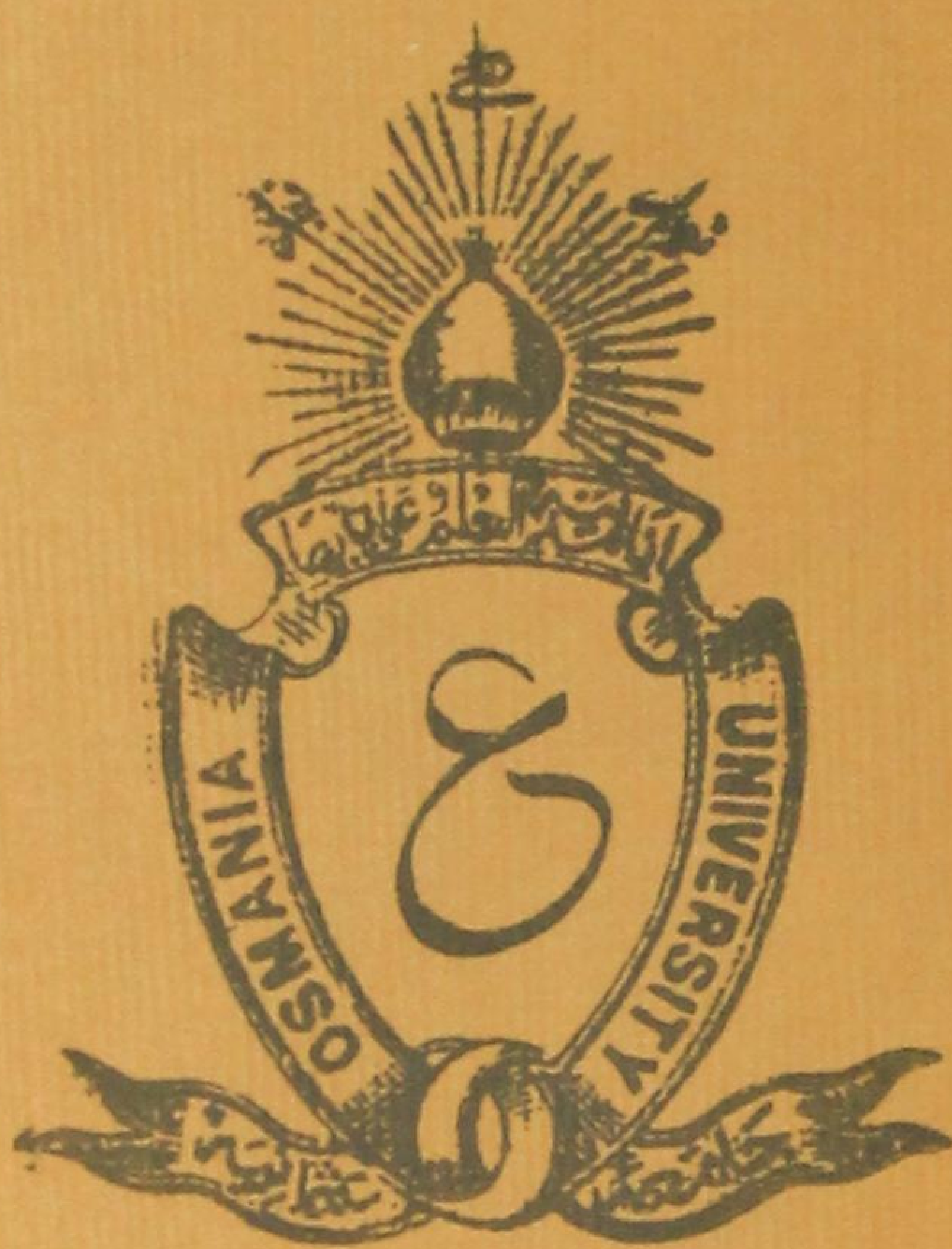


علم ہیئت

برائے

بی۔اے



سلسلۂ مطبوعات جامعۂ عثمانیہ
نصاب علوم

علم ہیئت

(برائے بی ۔ اے)

(مصنفۂ جارج ڈبلیو ۔ پارکر ۔ ایم ۔ اے)

مترجمۂ
مولوی شیخ برکت علی صاحب ایم ۔ اے ریڈر شعبۂ ریاضی کلیۂ جامعۂ عثمانیہ

بعد نظر ثانی از

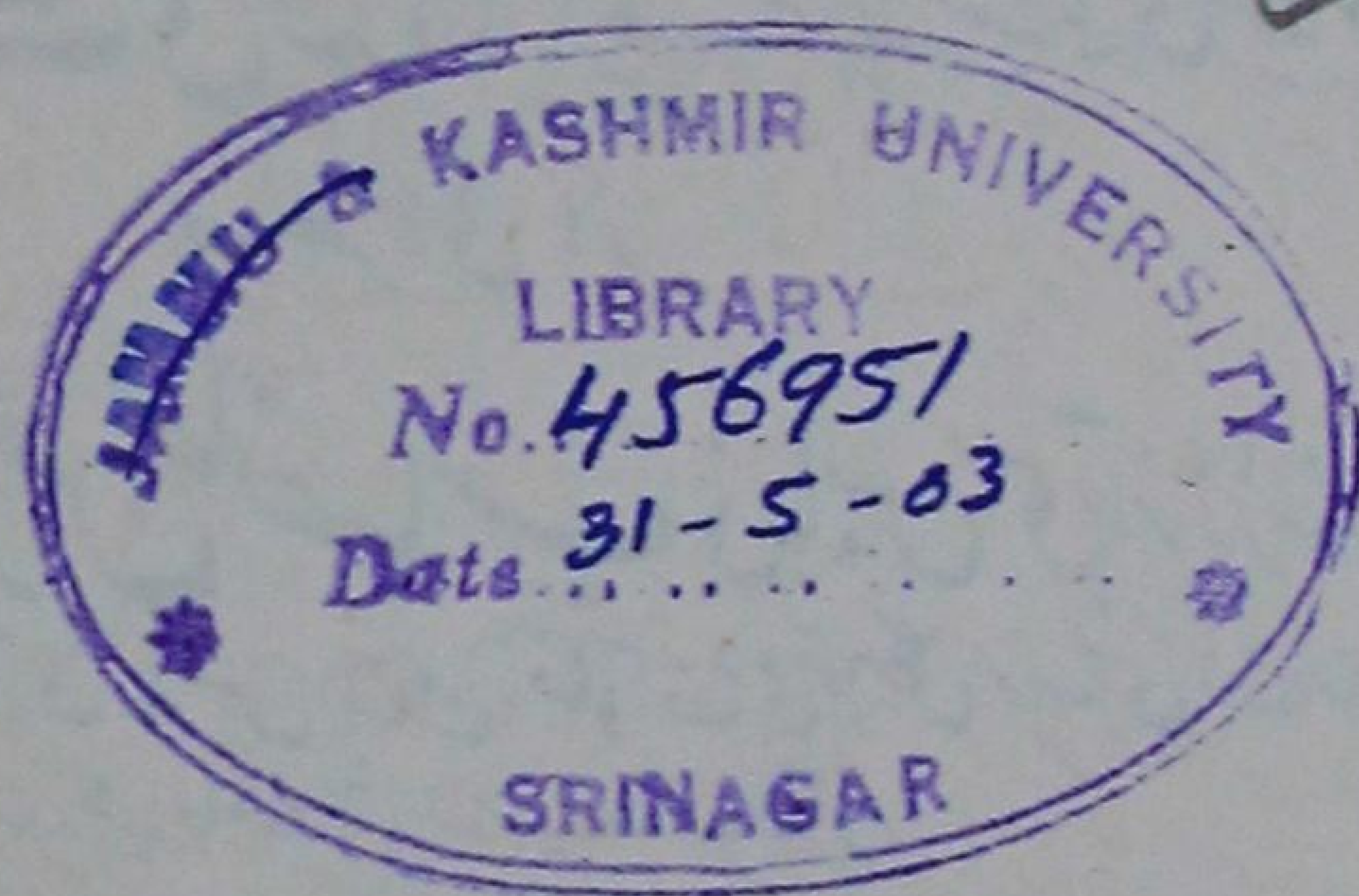
مولوی محمد عبد الرحمن خانصاحب بی ۔ ایس سی آنرز (لندن)
ایسوشیٹ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن)، فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن
صدر کلیۂ جامعۂ عثمانیہ حیدر آباد دکن

۱۳۵۹ھ مطابق ۱۳۴۹ ف مطابق ۱۹۴۰ء

طبع ثانی

دار الطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدر آباد دکن




JAMMU & KASHMIR UNIVERSITY
LIBRARY
No. 456951
Date 31-5-03
SRINAGAR

دیباچہ

علمِ ہئیت (طبع ثانی)

یہ کتاب ایسے طلبہ کے اغراض کے لیے تیار کی گئی ہے جن کی معلومات فنِ ریاضی میں اقلیدس، جبر و مقابلہ اور علمِ مثلث مستوی تک محدود ہیں۔ چند صورتوں میں علمِ حرکت کے آسان ضابطوں سے بھی کام لیا گیا ہے لیکن اگر ضرورت ہو تو یہ دفعات مضمون کے تسلسل میں خلل واقع ہونے کے اندیشہ کے بغیر ترک کی جا سکتی ہیں۔

بہت سی مثالیں اُن سوالات سے ماخوذ ہیں جو ٹرینیٹی کالج ڈبلن کے طلبہ سال سوم و سال چہارم کے امتحانات میں دیے گئے ہیں۔ دیگر مثالیں لنڈن اور رائل یونیورسٹیوں کی اسناد کے متمنی طالب علموں کی مدد کے خیال سے درج کی گئی ہیں۔

نفسِ مضمون کے لحاظ سے اس کتاب کو علمِ ہئیت پر عام دلچسپی رکھنے والی کُتب اور اعلیٰ و عمیق کتب کی درمیانی منزل کے طور پر تصور کیا جا سکتا ہے۔ اِس لیے مصنف کو توقع ہے کہ یہ کتاب نہ صرف اُن اصحاب کے لیے مفید ثابت ہو سکتی ہے جن کے فوائد کے لیے یہ بالخصوص تصنیف کی گئی ہے بلکہ عوام الناس میں سے اکثر اصحاب کے لیے بھی کارآمد ہو سکتی ہے۔

مصنف مسٹر پائرس وارڈ ایم۔ اے + ایل ایل۔ بی کا تصحیح پروف میں مدد دینے کے لیے نہایت ممنون ہے۔ فقط

ٹرینیٹی کالج ڈبلن

۱۹ ؍ جولائی ۱۸۹۴ء

فہرست مضامین

علمِ ہیئت

(طبع ثانی)

ساتواں باب

اختلافِ منظر

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

پہلا باب

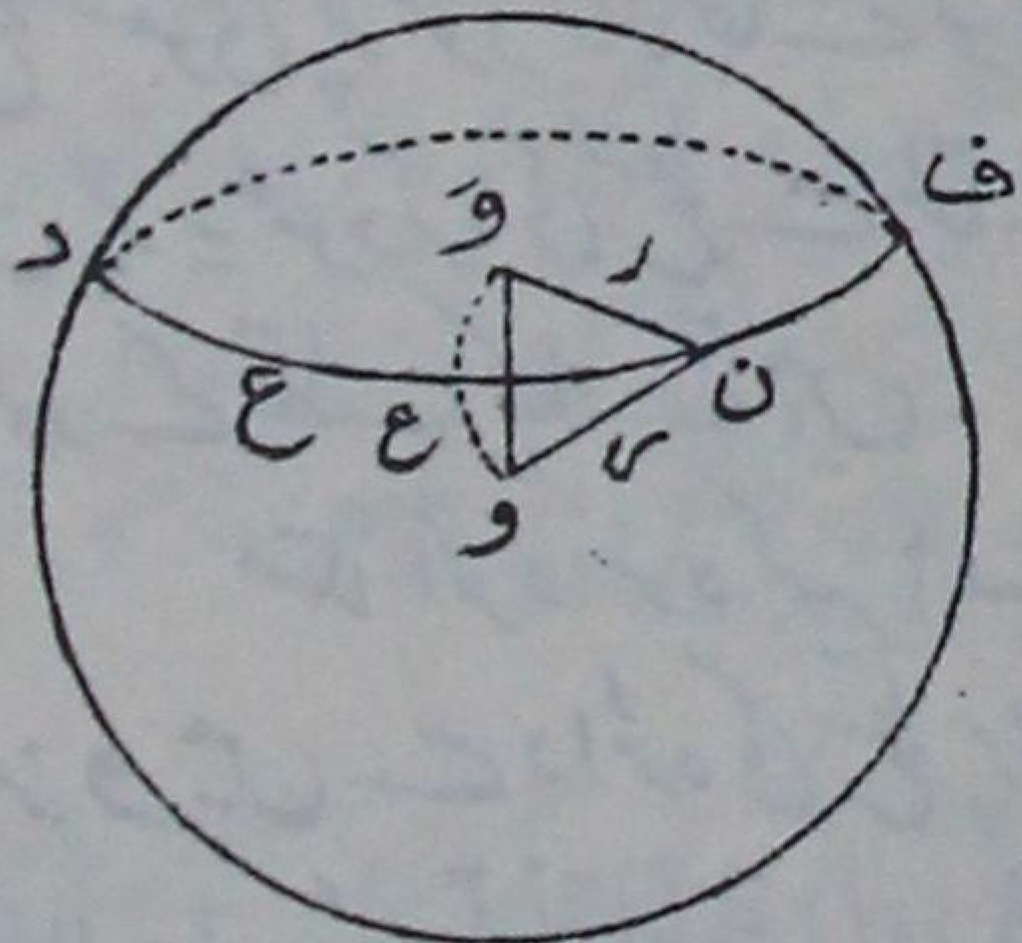
کرہ کے خواص۔ تعریفات

۱۔ **تعریف**۔ کرُہ سے مراد ایک مجسم ہے جو ایک ایسی سطح سے گھرا ہوا ہو کہ مجسم مذکور کے اندر کے ایک نقطۂ معینہ سے اس سطح تک جتنے خطوطِ مستقیم کھینچے جائیں وہ سب آپس میں برابر ہوں۔ اس نقطۂ معینہ کو مرکز کہتے ہیں۔

کرُہ کی تعریف یوں بھی ہو سکتی ہے کہ یہ ایک دائرہ کو اس کے ایک قطر کے گرد گردش دینے سے پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً اگر ایک مستدیر حلقہ یا چھالا لیا جائے اور اس کے محیط پر اس کے قطر کے دو انتہائی نقطوں کو ثابت رکھ کر حلقہ کو مذکورۂ بالا قطر کے گرد گھمایا جائے تو ہم دیکھینگے کہ محیط سے ایک کرہ کی سطح مرتسم ہو جاتی ہے۔

۲۔ ہر ایک سطح مستوی جو ایک کرہ سے ملتی ہے کرہ کی سطح کو ایک دائرہ پر قطع کرتی ہے۔

فرض کرو کہ د ع ف ایک کرہ کی مستوی تراش ہے، کرہ کے مرکز و سے سطح مستوی د ع ف پر عمود وَوَ نکالو۔ اور فرض کرو کہ اس کا طول ع ہے۔ محیط د ع ف پر کوئی نقطہ ن لو۔



شکل ۱

اب چونکہ وَوَ سطح مستوی د ع ف پر عمود ہے، اس لیے یہ وَن پر بھی عمود ہوگا جو اس سطح مستوی میں واقع ہے، اس لیے (بحکم اقلیدس مقالہ ۱ شکل ۷، ۴)

$$س^2 = ع^2 + ر^2$$

$$ر^2 = س^2 - ع^2$$

لیکن س کا طول مستقل ہے کیونکہ یہ ایک کرہ کا نصف قطر ہے اور ع بھی مستقل ہے ۔ پس ثابت ہوا کہ ر کا طول بھی مستقل ہے یعنی جب ن منحنی د ع ف پر حرکت کرتا ہے تو اس کا فاصلہ وَ سے مستقل رہتا ہے ۔ لہٰذا د ع ف ایک دائرہ ہے ۔

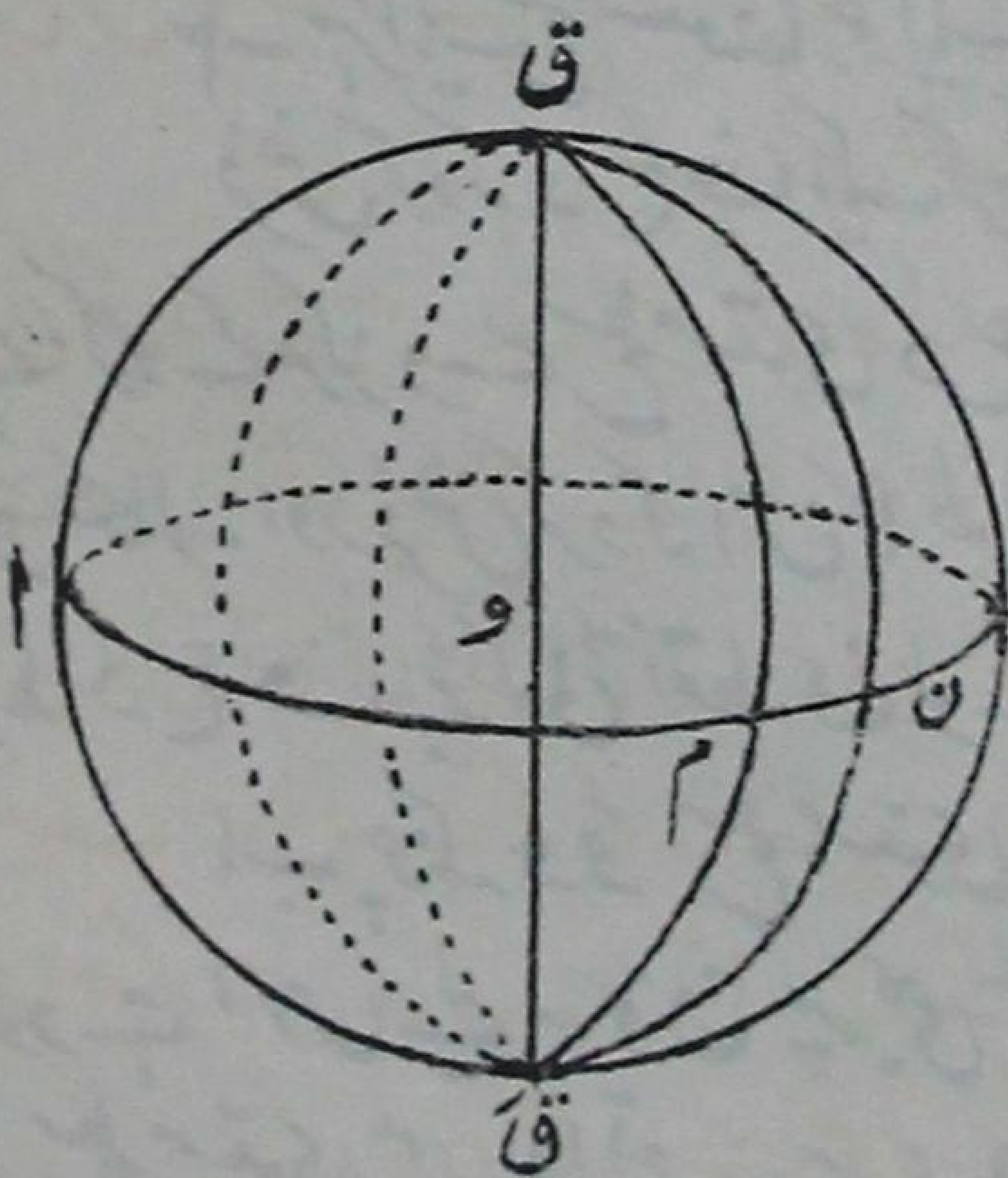
طالب علم اس امر کو ایک تجربہ سے بھی بطریقِ ذیل ثابت کر سکتا ہے، ایک سیب لو جس کی شکل حتی الامکان گول ہو اور چاقو سے اس کی ایک تراش قطع کرو ۔ سیب کے اندر کے اس حصہ کو جو اب ظاہر ہوا ہے ملاحظہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ تراش کی شکل مستدیر ہے ۔

۳ ۔ **تعریف** ۔ کرہ کی سطح پر کے دائرہ کبیر سے مراد وہ دائرہ ہے جس کی سطح مستوی کرہ کے مرکز میں سے گزرے ۔

مثلاً ا م ن ب (شکل ۲) ایک دائرہ کبیر ہے ۔

دائرہ صغیر وہ دائرہ ہے جس کی سطح مستوی کرہ کے مرکز میں سے نہ گزرے، مثلاً د ع ف (شکل ۱) دائرہ صغیر ہے ۔

ظاہر ہے کہ ایک کرہ پر کے سب کبیر دائرے بلحاظ مقدار مساوی ہوتے ہیں ۔ لیکن سب صغیر دائرے مساوی نہیں ہوتے کیونکہ یہ بلحاظ مقدار قریباً کبیر دائرہ سے لے کر گھٹتے گھٹتے بالآخر محض نقطے رہ جاتے ہیں ۔



شکل ۲

تعریف ۔ اگر ایک کرہ پر کے کسی دائرے کے مرکز میں سے دائرہ کی سطح مستوی پر عمود نکالا جائے تو وہ نقطے جن پر یہ عمود کرہ کی سطح سے ملتا ہے دائرہ مذکور کے قطب کہلاتے ہیں ۔

مثلاً اگر دائرہ کبیر ا ب کے مرکز و میں سے دائرہ کی سطح پر عمود قَ و ق نکالا جائے تو نقاط ق اور قَ دائرہ کبیر ا ب کے قطب کہلاتے ہیں ۔

تعریف - وہ کبیر دائرے جو ایک کبیر دائرہ کے قطبوں میں سے گزرتے ہیں، موخرالذکر کبیر دائرہ کے دوائر ثانوی یا محض ثانوی کہلاتے ہیں، مثلاً اگر ق اور قَ (شکل ۲) میں سے کبیر دائرے ق م قَ اور ق ن قَ کھینچے جائیں تو یہ دائرے دائرہ کبیر اب کے ثانوی کہلائینگے۔

نوٹ - ایک دائرۂ کبیر اور اس کے ثانوی علی القوائم قطع کرتے ہیں، نیز دوائر ثانوی ق م اور ق ن کی قوسیں جو ق سے اب تک کھینچی جائیں آپس میں برابر ہوتی ہیں اور ہر ایک ایک ربع (= ۹۰°) کے مساوی ہوتی ہے۔

آسمان کی ظاہری یومیہ حرکت - کرۂ سماوی

۴ - اگر کوئی شخص ایک وسیع ہموار میدان میں کھڑا ہو کر دیکھے تو اس کو آسمان کی شکل ایک بڑے نصف کروی مجوف گنبد کی سی معلوم ہوگی جس کا قاعدہ اس میدان پر ٹکا ہوا ہے اور جو اس میدان سے ایک دائرہ پر ملتا ہے۔ یہ دائرہ جو اس کے مشاہدۂ آسمان کو اس طرح محدود کر دیتا ہے مرئی یا ظاہری اُفق کہلاتا ہے اور وہ میدان جس پر وہ کھڑا ہے اُفق مرئی کی سطح مستوی سے موسوم ہوتا ہے۔

اب اگر مشاہدہ کے وقت رات ہو اور آسمان صاف ہو تو اس مجوف گنبد کی مقعر سطح پر چاروں طرف بہت سے چمکتے ہوئے اجرام یا نور کی بندکیاں دکھائی دیتی ہیں جن کو ستارے کہتے ہیں۔

ان اجرام کی ایک بڑی تعداد ایسی ہے کہ ان کے اضافی مقامات میں تقریباً کوئی تغیر واقع نہیں ہوتا یعنی اگر وہ زاویہ جو ان اجرام میں سے کسی دو کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے، ایک دفعہ ناپ لیا جائے تو معلوم ہوگا کہ اس کی مقدار میں کبھی کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی اور اگر کچھ تبدیلی واقع ہوتی بھی ہے تو وہ اس قدر خفیف ہوتی ہے کہ ایک نہایت طویل عرصہ سے پہلے پیمائش میں نہیں آسکتی۔ ان اجرام کو اس لحاظ سے ثوابت کہتے ہیں۔

سرسری مشاہدہ سے بھی یہ امر مخفی نہیں رہ سکتا کہ اگرچہ ان ثوابت کے اضافی مقامات میں کوئی تغیر ظاہر نہیں ہوتا لیکن یہ سب کے سب آسمان پر ایک ہی سمت میں حرکت

گرتے ہوئے نظر آتے ہیں۔ بعض افق شرقی سے طلوع کرتے ہیں آسمان پر بلند ہوتے ہیں اور ایسی قوسیں بنانے کے بعد جو تقریباً مستدیر ہوتی ہیں افق غربی کے نیچے غروب ہو جاتے ہیں اور پھر آیندہ شب کو اسی مقام سے نکلتے ہیں جہاں سے گزشتہ شب نکلے تھے، اس طرح سے کل دَور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ میں پورا کرتے ہیں۔

اکثر اجرام ایسے بھی ہیں جو نسبتاً اتنا چھوٹا دَور بناتے ہیں کہ افق تک کبھی نہیں پہنچتے اور اس لیے اپنی تمام حرکت کے اثناء میں نظر آ سکتے ہیں ان ستاروں کے مدار بھی مستدیر معلوم ہوتے ہیں اور ہر ایک کی گردش کی تکمیل کا دَور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ کا ہوتا ہے اور یہ مدت بھی وہی ہے جو طلوع و غروب ہونے والے ستاروں کی گردش کی مدت ہے۔ علاوہ بریں ان سب کی ظاہری یومیہ گردش ایک نقطہ کے گرد ہوتی ہے جو ان سبھوں کے لیے بطور ایک مشترک قطب کے ہوتا ہے، اس نقطہ کو قطب سماوی کہتے ہیں۔ وہ ستارے جو قطب کے اتنے قریب دَورہ کرتے ہیں کہ طلوع و غروب نہیں کرتے ابدی الظہور ستارے کہلاتے ہیں۔

اجرام فلکی کی ظاہری یومیہ حرکت کو زیادہ صحت کے ساتھ مشاہدہ کرنے کے لیے ایک دُوربین لینی چاہیے جو ایک مناسب استادہ پر نصب کی گئی ہو۔ اس دُوربین کو استوائی دُوربین کہتے ہیں اور یہ تقریباً ہر رصدگاہ میں پائی جاتی ہے۔ یہ دوربین جس کی مکمل تفصیل بعد میں دی جائیگی آسمان کے کسی حصہ کے مقابل لگائی جا سکتی ہے اور جس ستارہ کو ہم چاہیں میدانِ نظر میں لایا جا سکتا ہے۔ مزید براں گھڑی کی طرح عمل کرنے والی کل کے ذریعہ ہم مشاہدہ کے منظر کو قطبِ سماوی کے گرد اس طرح گھما سکتے ہیں کہ یہ بھی یکساں رفتار سے اسی سمت میں جس سمت میں کہ ستارے گھومتے ہیں گردش کرتا ہے اور مکمل دَور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ میں پورا کرتا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ کسی ایک ستارے کو منتخب کر کے گھڑی کی کل کو ایک دفعہ چلا دینے سے افق کے اوپر اُس ستارے کو اس کے دورانِ حرکت میں مشاہدہ کے منظر میں رکھ سکتے ہیں۔ اگر طالب علم ان امور کو ذہن میں رکھے کہ مشاہدہ کے منظر کا ہر ایک نقطہ قطب سماوی کے گرد ایک دائرۂ صغیر میں حرکت کرتا ہے اور پورے دَور کا وقت ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ ہے تو وہ فوراً مندرجہ ذیل نتائج پر پہنچ سکتا ہے:-

(۱) ستارے قطب سماوی کے گرد صغیر دائروں میں گھومتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔

(۲) یہ ظاہری گردش یکساں ہے۔

(۳) ایک دور پورا کرنے کا وقت سب کے لیے ایک ہی ہے یعنی ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ

۵۔ کرۂ سماوی ــــ اگر دو شخص سطح زمین پر اس کے کسی قطر کے دو سروں پر کھڑے ہوں، مثلاً ایک انگلستان میں اور دوسرا کہیں نیوزی لینڈ کے پاس، تو ان اشخاص میں سے ہر ایک کو آسمان کی ایک مقعر نصف کروی سطح دکھائی دیگی جس میں ایک قطب سماوی ہوگا۔ پس اگر کوئی شخص کُل آسمان کو ایک نظر میں دیکھ سکے تو اس کو آسمان کی شکل بظاہر ایک مکمل کُرہ کی سی معلوم ہوگی۔ اور تمام اجرام فلکی اس کی مقعر سطح پر لگے ہوئے معلوم ہونگے۔ نیز یہ تمام کرہ دو عین مقابل کے نقطوں کے گرد گھومتا ہوا معلوم ہوگا جن کو بالترتیب شمالی اور جنوبی قطب سماوی کہتے ہیں۔ آسمان کی یہ بظاہر کروی سطح کرۂ سماوی کہلاتی ہے۔
ریاضی کے نقطۂ نگاہ سے کرۂ سماوی کو بالعموم ایک ایسا کرہ تصور کیا جاتا ہے جس کا نصف قطر زمین پر کے کسی فاصلہ سے مقابلۃً لا انتہا بڑا ہے، پس جب ہم یہ کہتے ہیں کہ زمین اس خیالی کرہ کے مرکز پر واقع ہے تو اس سے ہمارا یہ مفہوم ہوتا ہے کہ زمین محض ایک ریاضی کا نقطہ ہے جس کے ابعاد کچھ نہیں ہیں۔

سورج، چاند اور سیّارے

۶۔ سورج۔ اب ہم اپنے مشاہدات کا وقت رات سے بدل کر دن کر لیتے ہیں اور دیکھتے ہیں کہ ثوابت کی مشترکہ یومیہ حرکت میں سورج بھی شامل ہے یا نہیں۔ بادی النظر میں ہمیں، یہ معلوم ہوتا ہے کہ اس کی ظاہری یومیہ گردش بعینہٖ ویسی ہی ہے، وہ مشرق سے طلوع کرتا اور آسمان پر ایک قوس بناتا ہوا مغرب میں جا غروب ہوتا ہے اور پھر اگلی صبح مشرق سے نکلتا ہے، لیکن ایک بات میں فرق بھی ہے یعنی اس کی ایک گردش کو پورا کرنے میں بجائے ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ کے ۲۴ گھنٹے درکار ہوتے ہیں اور گویا ثوابت سے قریباً ۴ منٹ زیادہ لگتے ہیں۔ اس امر کی تصدیق سرسری طور پر یوں کی جاسکتی ہے، کہ کسی دن یہ دیکھو کہ سورج کا ایک کنارہ ایک

انتصابی دیوار کی سیدھ میں کس وقت آجاتا ہے، انتصابی دیوار کی بجائے بہتر ہوگا کہ دو ڈوریوں سے لنگر لٹکا کر یہی وقت مشاہدہ کرلیا جائے، اگلے دن سورج کو اسی مقام پر آنے تک جو وقفہ لگیگا اس کو محسوب کرنے سے معلوم ہوگا کہ یہ قریباً ۲۴ گھنٹے کا ہے۔ ہم اوپر دیکھ چکے ہیں کہ کسی ثابت ستارے پر یہی تجربہ کرنے سے وقفہ مذکور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ ہوتا ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ سورج کا ظاہری مقام ثوابت کے لحاظ سے ہمیشہ ایک ہی نہیں رہیگا بلکہ آہستہ آہستہ مغرب سے مشرق کو ہٹتا ہوا دکھائی دیگا اور ایسا معلوم ہوگا کہ یہ مشرق سے مغرب کی طرف کی یومیہ گردش میں ثوابت سے پیچھے رہتا جاتا ہے اور اپنے یومیہ دَور کو پورا کرنے میں ثوابت کی نسبت قدرے زیادہ وقت لیتا ہے۔

اگر ہم ثوابت کو خالی آنکھ سے دن کے وقت دیکھ سکتے جیسا کہ فلکی دُوربین کی مدد سے دیکھ سکتے ہیں تو مغرب سے مشرق کی جانب سورج کے مقام میں جو خفیف تبدیلی ہوتی رہتی ہے ہم اس کو فی الواقع مشاہدہ کر سکتے اور نیز یہ بھی معلوم کر سکتے کہ سورج ثابت ستاروں کے لحاظ سے اپنے ابتدائی مقام پر ایک معین مدّت کے بعد آتا ہے جس کو سال کہتے ہیں۔ لیکن اس امر کو دُوربین کی مدد کے بغیر بھی اس طرح ثابت کر سکتے ہیں:۔

اگر ہم ستاروں کے ایک مجمع کی طرف ہر شام کو دیکھا کریں جو سورج کے غروب ہونے کے کچھ عرصہ بعد مغرب میں غروب ہوجاتا ہے تو اپنے مشاہدات کو چند ہفتوں تک جاری رکھنے سے ہمیں معلوم ہوگا کہ سورج کے غروب ہونے اور ان ستاروں کے غائب ہوجانے کے درمیان جو وقفہ ہے وہ بتدریج کم ہوتا جاتا ہے حتیٰ کہ بالآخر یہ سیّارے سورج سے پہلے ہی غروب ہوجاتے ہیں اور اس لیے رات کے ابتدائی حصے میں نظر نہیں آتے۔ لیکن اگر ہم صبح ہونے سے پہلے بیدار ہو کر افق کے مشرقی حصہ کی طرف نگاہ کریں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ یہ ستارے طلوعِ شمس سے قبل نکل چکے ہیں۔

اگر ہم اپنے مشاہدات کو ۳۶۵ دن تک جاری رکھیں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ یہ اس عرصہ کے آخر میں بلحاظ ان ثابت ستاروں کے بعینہٖ اُسی جگہ پر ہے جہاں پہلے تھا اور ستاروں کا یہ مجمع حسبِ سابق رات کے ابتدائی حصہ میں دکھائی دینے لگیگا۔ پس ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ سورج کی دو ظاہری حرکتیں ہیں۔

(۱) مشرق سے مغرب کی طرف روزانہ گردش جو تمام اجرامِ فلکی کے ساتھ مشترک ہے۔

(۲) ثابت ستاروں میں سے مشرق کی طرف اس کی سالانہ گردش۔

۷۔ چاند۔ اپنی ظاہری یومیہ حرکت کے علاوہ چاند بھی ثابت ستاروں میں مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے لیکن سورج کی بہ نسبت بہت سرعت کے ساتھ چنانچہ بلحاظ سورج اور زمین کے یہ اپنا دور ایک مہینہ کی مدت میں پورا کر لیتا ہے۔

۸۔ سیّارے۔ ثوابت، سورج اور چاند کے علاوہ پانچ اور اجرام بھی ہیں جو خالی آنکھ سے دیکھے جا سکتے ہیں اور جن کی حرکتیں ثابت ستاروں میں کچھ ایسی عجیب ہیں کہ بظاہر ان حرکتوں کو کسی عام کلیہ کے تحت نہیں لایا جا سکتا۔ اس وجہ سے ان اجرام کو سیارے (پھرنے والے ستارے) کہتے ہیں۔ بعض اوقات یہ سیارے ثابت ستاروں میں اسی سمت میں حرکت کرتے ہوئے نظر آتے ہیں جس سمت میں کہ سورج اور چاند حرکت کرتے ہیں، اس صورت میں ان کی حرکت کو حرکت راست کہتے ہیں۔ بعض اوقات یہ مخالف سمت میں حرکت کرتے معلوم ہوتے ہیں اس صورت میں ان کی حرکت رجعی کہلاتی ہے کبھی کبھی تھوڑی دیر کے لیے یہ ثابت ستاروں میں ساکن بھی معلوم ہوتے ہیں۔

خالی آنکھ کو ثابت ستارے ٹمٹماتی ہوئی روشنی کے ساتھ چمکتے ہوئے نظر آتے ہیں، لیکن سیاروں کی چمک مسلسل اور قائم ہوتی ہے۔ نیز کسی ثابت ستارے کو بڑی سے بڑی طاقت کی دوربین سے بھی دیکھنے سے اس کی قامت میں کوئی اضافہ معلوم نہیں ہوتا صرف اس کی چمک تیز ہو جاتی ہے۔ برعکس اس کے سیارہ کا قرص دوربین سے دیکھنے سے بڑا معلوم ہوتا ہے۔

چار سیارے یعنی زہرہ، مریخ، مشتری اور زحل، روشن ترین ستارے کے مساوی یا اس سے زیادہ روشن ہیں۔ اگر سیارہ جنوب میں چمک رہا ہو تو یہ سمجھ لینا چاہیے کہ یہ مریخ، مشتری یا زحل ہے۔ زہرہ شام کا یا صبح کا ستارہ ہے، اوّل الذکر صورت میں یہ مغرب میں سورج کے غروب ہونے کے بعد دکھائی دیتا ہے اور موخر الذکر صورت میں یہ طلوعِ آفتاب سے پہلے مشرق میں نظر آتا ہے۔

دیگر اجرامِ فلکی جو ہر شخص کو معمولاً کسی وقت نظر آسکتے ہیں وہ دُمدار تارے اور شہاب ثاقب یا شہاب ہیں، ان سے ان اجرامِ فلکی کی فہرست جن پر ہم ابوابِ مابعد میں مفصل بحث کرینگے، مکمل ہو جاتی ہے۔

۹۔ نظامِ بطلیموسی ــــ وہ مختلف فلکی نظارے جن کا اوپر ذکر ہوا ہے یعنی اجرامِ سماوی کی یومیہ حرکت، سورج کی سالانہ گردش، چاند کی ماہانہ گردش اور سیاروں کی بظاہر غیر منتظم روش۔ ان تمام کی توجیہ پہلے پہل حکیم بطلیموس نے کی۔ یہ حکیم سنہ عیسوی کی دوسری صدی میں گزرا ہے۔ یہ توجیہ بظاہر ایسے پختہ اور قابلِ اطمینان اصولوں پر کی گئی تھی کہ سولہویں صدی عیسوی تک حقیقی اور صحیح توجیہ مقبول نہ ہو سکی۔

نظامِ بطلیموس میں یہ فرض کیا گیا تھا کہ تمام کرۂ سماوی ایک محور کے گرد گردش کرتا ہے جو شمالی اور جنوبی سماوی قطبوں میں سے گزرتا ہے اور زمین اس کرۂ سماوی کے مرکز پر واقع ہے نیز سورج کرۂ سماوی کے ساتھ روزانہ گردش کرنے کے علاوہ اس کے مخالف سمت میں اپنی ایک ذاتی حرکت بھی رکھتا ہے جس کی وجہ سے یہ زمین کے گرد کرۂ سماوی پر ایک دائرہ کی شکل میں گردش کرتا ہے اور پورا چکر ایک سال میں مکمل کر لیتا ہے۔ اسی طرح سے چاند ایک چکر ایک مہینہ میں پورا کر لیتا ہے دیگر سیاروں کے سکون اور رجعی حرکتوں کی توجیہ نہایت صنعت کے ساتھ اس مفروضہ کی بنا پر کی گئی کہ سیارے سورج کے گرد (جو خود زمین کے گرد دائرہ میں گردش کرتا ہے) دائروں میں حرکت کرتے ہیں۔

نظامِ کوپرنیکی ــــــ صحیح توجیہ جو کوپرنیکس سے منسوب ہے اب عام طور پر مسلمہ ہے، اس کی رُو سے آسمان کی یومیہ حرکت محض مرئی اور ظاہری ہے درحقیقت زمین سمتِ مقابل میں یعنی مغرب سے مشرق کو ایک ایسے محور کے گرد گھومتی ہے جو آگے بڑھانے پر ہر دو قطب سماوی میں سے گزرتا ہے اور اس طرح سے مشاہدہ کنندہ کے افق کی سطح مستوی ہر لمحہ بدلتی رہتی ہے اس طرح سے نئے ستارے مشرق میں نظر آتے رہتے ہیں جسے ہم یوں بیان کرتے ہیں کہ وہ طلوع ہوئے دوسری جانب مغرب کی طرف کے ستارے دم بدم نظر سے اوجھل ہوتے جاتے ہیں جسے ہم عام الفاظ میں یوں بیان

کرتے ہیں کہ وہ غروب ہو گئے۔

کوپرنیکس نے سورج کی ظاہری سالانہ گردش کی تشریح بھی کی اور بتایا کہ سورج زمین کے گرد نہیں گھومتا بلکہ درحقیقت زمین سورج کے گرد گھومتی ہے اور باقی سیارے اور زمین ایسا نظام بناتے ہیں جو سورج کے گرد گھومتا ہے اور اس سے روشنی اور حرارت حاصل کرتا ہے۔

ہیئت دانوں نے اس تشریح کو پہلے پہل نہایت مشتبہ نگاہوں سے دیکھا لیکن بعد کے انکشافات نے اس کی صحت اور درستی میں شبہ کی کوئی گنجایش باقی نہ رکھی اس لیے ہمیں اس امر کو بلا ثبوت تسلیم نہیں کرلینا چاہیے، بلکہ بنظرِ تعمق اُن مسلسل منازل پر غور کرنا چاہیے جن سے نتائج متذکرہ بالا مستنبط ہوئے۔

اگرچہ یہ نظریہ کہ زمین اپنے محور کے گرد گردش کرتی ہے آج سے تین صدی پہلے تک عام طور پر مقبول نہیں تھا لیکن اس سے یہ قیاس نہیں کرنا چاہیے کہ یہ خیال بالکل نیا ہے۔ سیسروؔ بیان کرتا ہے کہ سائیرا کیوزؔ کے ہاسی ٹاسؔ کا جو سنہ عیسوی سے ۱۰۰ سال قبل گزرا ہے یہی خیال تھا۔ کوپرنیکس کہتا ہے کہ سیسرو کے انہی کلمات نے پہلے پہل مجھے زمین کی حرکت پر غور کرنے کی طرف توجہ دلائی۔

۱۰۔ حوالہ کی غرض سے ثابت ستاروں کے اضافی مقامات اور اُن کے اندر سورج کے ظاہری راستہ نقشہ کا ایک کرہ کی سطح پر اس طرح کھینچا گیا ہے کہ نقشہ میں کسی دو ستاروں کے محاذی کرہ کے مرکز پر بھی وہی زاویہ بنتا ہے جو متناظر ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے۔ اس قسم کا کرہ آسمان کی شکل کو تعبیر کرنے کے کام آسکتا ہے جب کہ مشاہدہ کنندہ کو مرکز پر فرض کیا جائے۔

طالب علم کو یاد رہے کہ اس قسم کا کرہ اجرامِ سماوی کے محض زاویئی فاصلوں کو تعبیر کرنے کے کام آسکتا ہے لیکن ان اجرام کے جو فاصلے زمین سے ہیں ان کی اس سے تعبیر نہیں ہوسکتی کیونکہ ثابت ستارے، سورج اور سیاروں کی نسبت لاانتہا فاصلہ پر واقع ہیں حالانکہ ان سب کو کرۂ مذکور پر مشاہدہ کنندہ سے متساوی الفصل دکھایا گیا ہے۔

تعریفات

(۱) وہ دائرۂ کبیر جس پر افق کی سطح مستوی کرۂ سماوی کو قطع کرتی ہے اُفقِ سماوی کہلاتی ہے۔

Hicetas ۲ Syracuse ۱ Cicero ۳

نوٹ - کسی جرم فلکی کا مقام بلحاظ افق کے معلوم کرنا سمندر پر زیادہ آسان ہے لیکن زمین پر اس کی سطح کی ناہمواری کی وجہ سے افق دکھائی نہیں دیتا بایں ہمہ ہم افقی سطح کا تعین سمت شاقولی پر عمود وار سطح سے بآسانی کرسکتے ہیں اور اسی کے لحاظ سے کسی جرم فلکی کا مقام معلوم کرسکتے ہیں۔ ہیئت داں بعض اوقات قلیل مقدار میں کسی ساکن مائع مثلاً پارے کی سطح کو بھی افق کی سطح مستوی کی تعیین کے لیے استعمال کرتے ہیں۔

(۲) اگر ہم شاقول کی ڈوری کی سمت کو اوپر کی طرف خارج کریں تو وہ نقطہ جس پر یہ خط کرہ سماوی کو قطع کریگا راس کہلاتا ہے۔

(۳) اگر ہم شاقول کی ڈوری کی سمت کو نیچے کی طرف خارج کریں تو وہ نقطہ جس پر یہ خط کرہ سماوی کو قطع کریگا نظیر الراس یا محض نظیر کہلاتا ہے۔

نوٹ - ظاہر ہے کہ راس اور نظیر اُفق سماوی کے قطب ہیں۔

(۴) نصف النہار سماوی۔ آسمان پر کا وہ دائرۂ کبیر جو راس اور قطب سماوی میں سے کھینچا جائے نصف النہار سماوی کہلاتا ہے۔

(۵) اُن دائروں کو جو افق پر عمود ہوں (یعنی اُفق کے ثانویوں کو) انتصابی یا دوائر سمتی بھی کہتے ہیں۔

(۶) وہ انتصابی جو شرقاً غرباً کھینچا جائے اور نصف النہار پر عمود ہو اول السموت کہلاتا ہے۔

(۷) استوائے سماوی آسمان میں وہ کبیر دائرہ ہے جس کی سطح مستوی قطب سماوی کی سمت پر عمود وار ہو۔

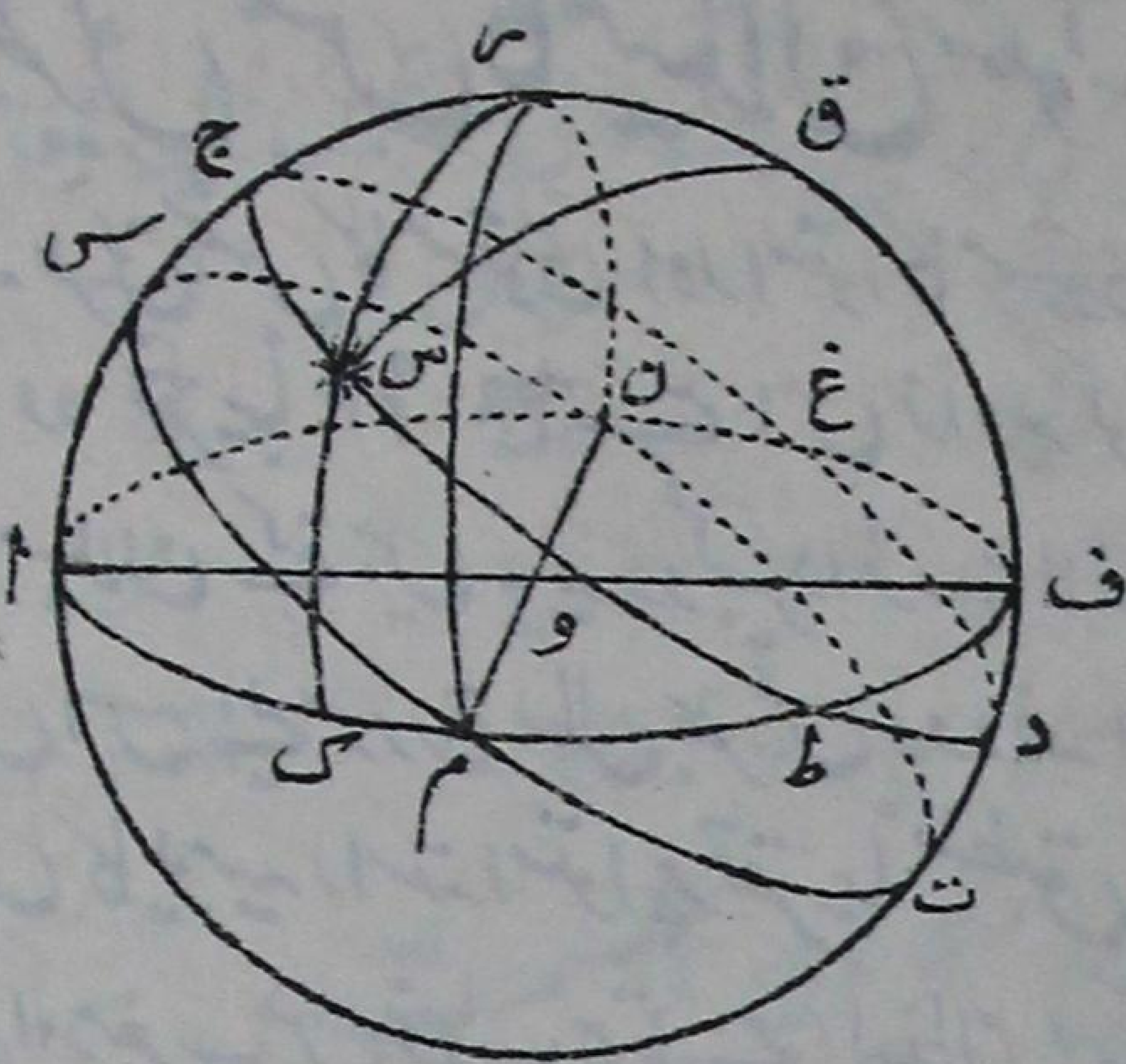
شمالی قطب سماوی اور جنوبی قطب سماوی صریحاً خطِ استوا کے قطب ہیں۔

وہ صغیر دائرے جو ستارے اپنی یومیہ حرکت کے دوران میں قطب سماوی کے گرد بناتے ہیں استوائے سماوی کے متوازی ہوتے ہیں۔

چونکہ ہر دو کبیر دائرے ایک دوسرے کی تنصیف کرتے ہیں (یعنی ان کا ایک مشترک قطر ہوتا ہے) اس لیے ظاہر ہے کہ استوائے سماوی کا ایک نصف افق کے اوپر ہوتا ہے اور دوسرا نصف نیچے، پس اگر کوئی ستارہ یا دیگر جرم فلکی خطِ استوا پر واقع ہو تو یہ اپنی یومیہ حرکت کے دوران میں جتنا عرصہ افق سے اوپر رہیگا اتنا ہی

عرصہ افق سے نیچے رہیگا، نیز نقطہ شرقی سے طلوع کریگا اور اور نقطہ غربی پر غروب ہوگا۔

ط س ج غ ایک ستارہ س کا "یومیہ متوازی" ہے ستارہ ط سے طلوع کرتا ہے اور غ پر غروب ہوتا ہے



شکل ۳ - کرۂ سماوی کا نقشہ - مشاہدہ کنندہ (و) پر ہے۔

و مشاہدہ کنندہ کا مقام ہے

ا م ف ن .... افق ہے

ر .... رأس ہے

ق .... قطب سماوی ہے

ا ر ق ف .... نصف النہار سماوی ہے

س م ت ن ..... استوائے سماوی ہے

م ر ن .... اول السموت ہے

ف .... نقطۂ شمالی ہے

ا .... نقطۂ جنوبی ہے

م .... نقطۂ شرقی ہے

ن .... نقطۂ غربی ہے

س .... ایک ستارہ ہے۔

ر س ک .... س میں سے انتصابی

د س ق ر .... س کا ساعتی زاویہ

(۸) **تعریف** - ایک سال کے دوران میں ثابت ستاروں کے اندر سورج کے ظاہری راستہ کو طریق شمس کہتے ہیں۔

اگر سورج کے اس ظاہری راستہ کو کرۂ سماوی پر مرتسم کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ یہ ایک دائرہ کبیرہ سے تعبیر ہو سکتا ہے جب چاند اپنی ماہانہ گردش میں جب کہ یہ بدر ہو یا ہلال طریق شمس کی سطح مستوی کو عبور کرتا ہے تو خسوف واقع ہوتا ہے اس کے ہلال ہونے کی صورت میں سورج کا کسوف ہوگا اور بدر ہونے کی صورت میں چاند کا خسوف۔

طریقِ شمس کا میلان استوا کے ساتھ اعتدالین

۱۱- طریقِ شمس کا مستوی اور استوا کا مستوی ایک دوسرے کو جس زاویہ پر قطع کرتے ہیں وہ تقریباً ۲۳° ۲۸' ہے اس زاویہ کو استوا کی سطح مستوی کے ساتھ طریقِ شمس کا میلان کہتے ہیں۔ یہ دو کبیر دائرے لازماً ایک دوسرے کو دو نقطوں پر قطع کرتے ہیں اس لیے سورج سال بھر میں دو دفعہ استوا کو عبور کرتا ہے، ان دونوں دنوں میں اس کا یومیہ راستہ استوا پر تقریباً منطبق ہوتا ہے یعنی یہ عین مشرق سے طلوع کرتا ہے اور مغرب میں غروب ہوتا ہے، لہذا اس کے یومیہ راستہ کا ایک نصف افق سے اوپر ہوتا ہے اور دوسرا نصف نیچے (دیکھو شکل ۱۲) یعنی تمام دنیا پر دن اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں یہی وجہ ہے کہ ان دو اوقات کو اعتدالین کہتے ہیں، نیز طریقِ شمس اور استوا کے دو نقاطِ تقاطع کو نقاطِ اعتدالین سے موسوم کرتے ہیں۔ ان نقاط میں سے ایک کو راس الحمل (♈) اور دوسرے کو برج میزان (♎) کا پہلا نقطہ کہتے ہیں کیونکہ جس وقت متقدمین نے ان نقطوں کو پہلے پہل نامزد کیا تو یہ حمل اور میزان کے برجوں میں تھے سورج راس الحمل پر ۲۱ مارچ کو ہوتا ہے اور استوا کے مغرب سے شمال کی طرف جاتا ہے۔ اس تاریخ کو اعتدالِ ربیع کہتے ہیں، نیز سورج میزان کے پہلے نقطہ پر ۲۳ ستمبر کو ہوتا ہے اور استوا کو شمال کی طرف سے جنوب کی طرف عبور کرتا ہے۔ اس تاریخ کو اعتدالِ خریف کہتے ہیں۔

منطقۃ البروج کی علامتیں

۱۲- زمانۂ سلف کے ہیئت دانوں نے مشاہدہ سے یہ معلوم کیا کہ چاند اور سیارے طریقِ شمس سے کبھی کسی بڑے زاویئی فاصلہ پر نہیں پہنچتے اس لیے انھوں نے آسمان پر ایک خیالی پٹی کھنچی ہوئی تصور کرلی جو طریقِ شمس کے دونوں جانب ۸° تک پھیلی ہوئی ہے اور دیکھا کہ سورج کے علاوہ چاند اور دیگر سیارے ہمیشہ اسی پٹی کے اندر کہیں نہ کہیں پائے جاتے ہیں انھوں نے اس پٹی کا نام منطقۂ بروج رکھا اور بروج کے نام یا علامتیں اُن جانوروں یا دیگر اشیاء کے اسماء سے تجویز کیے جن سے بروج کے

اندر کے ستاروں کے مجموعے خیالی طور پر کچھ نہ کچھ مشابہت رکھتے تھے۔ منطقۂ بروج کی ۱۲ علامتیں ہیں ان کے نام اور نیز ان کو تعبیر کرنے والی علامتیں ذیل میں درج ہیں:-

حمل	ثور	جوزا	سرطان	اسد	سنبلہ
♈	♉	♊	♋	♌	♍
میزان	عقرب	قوس	جدی	دلو	حوت
♎	♏	♐	♑	♒	♓

ارتفاع اور السمت

۱۴- کسی جرمِ فلکی کے ارتفاع سے اس کا وہ (زاویئی) فاصلہ مراد ہوتا ہے جو افق سے اُس قوس پر ناپا جائے جو کہ جرمِ مذکور سے افق پر عموداً کھینچی گئی ہو (یا بالفاظِ دیگر وہ فاصلہ ہے جو جرمِ مذکور میں سے گزرنے والے انتصابی پر ناپا جائے)۔

کسی جرمِ فلکی کی السمت سے وہ قوس مراد ہوتی ہے جو نصف النہار اور جرمِ مذکور میں سے گزرنے والے انتصابی کے پائین کے درمیان افق پر منقطع ہوتا ہے۔

مثلاً شکل ۳ میں ستارہ کا ارتفاع = س ک اور السمت = اک

ظاہر ہے کہ ستارہ س کی السمت کو خواہ اک سے تعبیر کیا جائے خواہ ف ک سے، اس سے کچھ فرق نہیں پڑتا بشرطیکہ یہ واضح کر دیا جائے کہ ہم اس کو نقطۂ شمالی سے ناپ رہے ہیں یا نقطہ جنوبی سے۔ زمین کے نصف کرۂ شمالی میں السمت کو عام طور پر نقطۂ جنوبی سے شرقاً غرباً ناپا جاتا ہے اور جنوبی نصف کرہ میں نقطۂ شمالی سے شرقاً غرباً۔ مثلاً اگر قوس اک = ۳۰° تو س کی السمت = ۳۰° شرق

قوس س ر کو جرمِ مذکور کا راسی فاصلہ کہتے ہیں اور یہ صریحاً ارتفاع کے متمم کے مساوی ہوتا ہے۔

اگر ہمیں کسی جرم کا ارتفاع اور السمت معلوم ہوں تو ہم مشاہدہ کنندہ کے افق اور نصف النہار کے لحاظ سے کرۂ سماوی پر جرمِ مذکور کے مقام کی تعیین کر سکتے ہیں۔ لیکن چونکہ زمین کی گردش کی وجہ سے مشاہدہ کنندہ کا افق ہر لمحہ بدلتا رہتا ہے اور نیز چونکہ زمین پر کے مختلف مقامات کے لیے افق اور نصف النہار مختلف

ہوتے ہیں، اس لیے کسی جرم کے ارتفاع اور السمت سے اس کا جو مقام متعین ہوتا ہے وہ محض وقت کی اُس خاص آن اور زمین پر کے ایک خاص محل کے لیے ہی درست متصور ہو سکتا ہے۔

مَیل اور صعودِ مستقیم

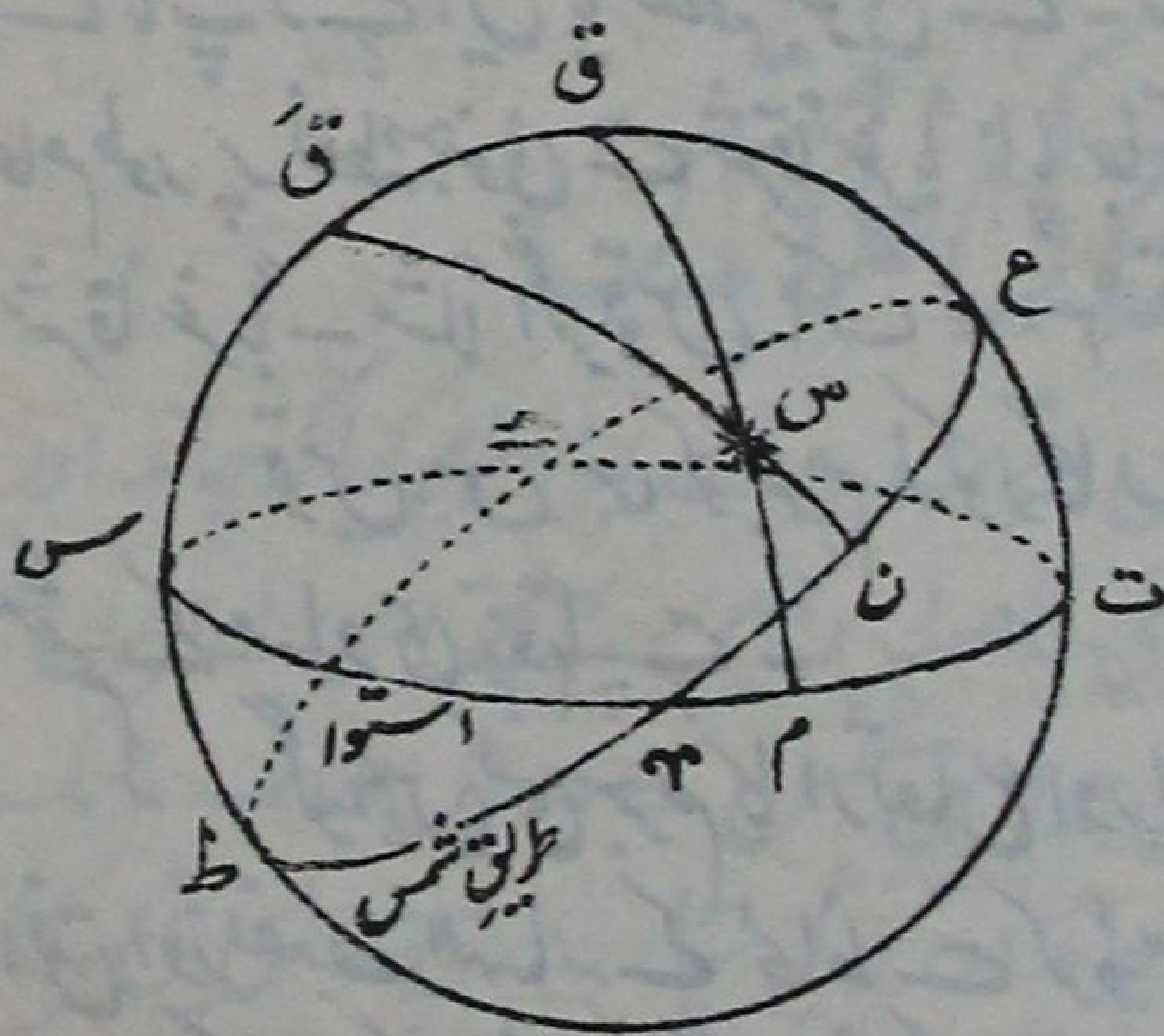
۱۴۔ کسی جرم کے مقام کا تعین بلحاظ افق کے کرنے کی بجائے بلحاظ استوائے سماوی کے بھی کیا جا سکتا ہے۔ ان پیمائشوں کے لحاظ سے اس کا جو مقام متعین ہوتا ہے وہ سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کے تابع نہیں ہوتا اور اس لیے اس میں ہر لمحہ تبدیلی ہونے کا اندیشہ نہیں۔ بعد ازیں واضح ہوگا کہ درحقیقت تغیر تو اس میں واقع ہوتا ہے لیکن مقابلۃً طویل مدتوں کے بعد۔

کسی جرمِ فلکی کے مَیل سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو خطِ استوا سے اُس قوس پر ناپا جائے جو جرمِ مذکور میں سے استوا پر عموداً کھینچی گئی ہو۔

صعودِ مستقیم سے استوا کی وہ قوس مراد ہے جو راس الحمل اور اُس قوس کے درمیان ہو جو جرمِ مذکور میں سے استوا پر عموداً کھینچی جائے۔

صعودِ مستقیم ♈ سے مشرق کی طرف ۰° سے ۳۶۰° تک ناپا جاتا ہے۔

مثلاً شکل ۱۲ میں فرض کرو کہ س م ت استوا کو تعبیر کرتا ہے۔



شکل ۱۲

اور ط ع طریقِ شمس ہے۔

دائرہ ثانوی س ط ت ق کھینچو جو استوا اور طریقِ شمس دونوں کے لیے مشترک ہو۔ اور جو استوا کے قطب (قطبِ سماوی) ق میں سے اور طریقِ شمس کے قطب قَ میں سے گزرے۔ تب اگر جرمِ سماوی کا مقام س ہو تو

س م = جرمِ مذکور کا مَیل جو ق م پر ناپا جائے۔

♈م = جرمِ مذکور کا صعودِ مستقیم جو استوا پر ناپا جائے۔

قوس س ق کو جرمِ مذکور کا قطبی فاصلہ کہتے ہیں اور یہ صریحاً میل کے متمم کے مساوی ہے۔

سماوی عرض بلد اور طول بلد

کسی جرمِ فلکی کے مقام کا تعین بلحاظ طریقِ شمس کے بھی کیا جاتا ہے۔

کسی جرمِ فلکی کے عرض بلد سے وہ فاصلہ مراد ہے جو طریقِ شمس سے اُس قوس پر ناپا جائے جو جرمِ مذکور میں سے طریقِ شمس پر عموداً کھینچی گئی ہو۔

طول بلد سے طریقِ شمس کی وہ قوس مراد ہے جو حمل کے پہلے نقطہ اور اُس قوس کے پائین کے درمیان ہو جو جسمِ مذکور میں سے طریقِ شمس پر عموداً کھینچی گئی ہو

مثلاً (شکل ۱۲) س ن = س کا عرض بلد اور ♈ن = طول بلد۔

ان پیمائشوں کو ارضی طول بلد اور عرض بلد سے تمیز کرنے کے لیے جن کے ساتھ ان کا کوئی تعلق نہیں، سماوی عرض بلد اور طول بلد سے موسوم کیا جاتا ہے۔

اجرامِ فلکی کے طول بلد بھی اُن کے صعودِ مستقیم کی طرح ♈ سے شروع کرکے ۰° سے ۳۶۰° تک ناپے جاتے ہیں۔

اجرامِ فلکی کے میل اور عرض بلد دونوں بالترتیب استوا اور طریقِ شمس کے ہر دو جانب ۰° سے ۹۰° تک ناپے جاتے ہیں۔ اگر یہ ان کبیر دائروں سے قطبِ شمالی کی طرف ناپے جائیں تو ان کو شمالی میل یا شمالی عرض بلد کہا جاتا ہے اور اگر قطبِ جنوبی کی طرف ناپے جائیں تو جنوبی میل یا جنوبی عرض بلد سے موسوم کیا جاتا ہے۔

میلی دائرے اور ساعتی زاویہ

استوا کے ثانویوں کو میلی دائرے کہتے ہیں کیونکہ انھیں دائروں پر اجرامِ فلکی کے میل ناپے جاتے ہیں۔

وہ زاویہ جو کسی ستارے میں سے گزرنے والا میلی دائرہ نصف النہار کے ساتھ بناتا ہے ستارۂ مذکور کا ساعتی زاویہ کہلاتا ہے، اس کی وجہ یہ ہے کہ اگر یہ

زاویہ معلوم ہو تو ہم اس سے وہ وقت محسوب کر سکتے ہیں جو اس ستارے کو نصف النہار کے عبور کرنے تک صرف ہوگا یا وہ وقت محسوب کر سکتے ہیں جو ستارۂ مذکور کے گزشتہ مرتبہ نصف النہار کو عبور کرنے سے آنِ مشاہدہ تک صرف ہوا۔ کیونکہ ہم جانتے ہیں کہ ستارۂ مذکور قطبِ سماوی کے گرد ۳۶۰° کا دور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ میں پورا کر لیتا ہے۔

مثلاً (شکل ۳۔۷) میں زاویہ س ق م = ستارہ س کا ساعتی زاویہ۔

میلی دائروں کو اس بنا پر ساعتی دائرے بھی کہتے ہیں۔

سورج کے مَیل کی تبدیلیاں جب کہ یہ سال کے دوران میں طریقِ شمس پر گردش کرتا ہے۔

۱۵۔ اعتدالِ ربیع پر سورج کا میل صفر ہوتا ہے کیونکہ یہ اس وقت ح پر ہوتا ہے (دیکھو شکل ۱۔۴)۔ اس کے بعد ہر روز آہستہ آہستہ اس کی سالانہ حرکت کی وجہ سے اس کا میل بڑھتا رہتا ہے حتیٰ کہ ۲۱ جون کے قریب زیادہ سے زیادہ ہو جاتا ہے یعنی ت ع کے مساوی ہو جاتا ہے۔ لیکن ت ع وہ قوس ہے جو طریقِ شمس اور استوا کے درمیان ان دونوں کے مشترک ثانوی پر قطع ہوتی ہے اس لیے یہ قوس ان دونوں کبیر دائروں کے درمیانی زاویہ کی پیمائش ہے جو تقریباً ۲۳° ۲۸' کے مساوی ہے۔

پس قوس ت ع = وسطِ گرما میں سورج کا بڑے سے بڑا میل

= ۲۳° ۲۸' شمال

اس وقت کو انقلابِ گرما کہتے ہیں اور سورج ح کی طرف واپس لوٹنے سے کچھ عرصہ تک ٹھہرا ہوا معلوم ہوتا ہے۔

وسطِ گرما کے بعد سورج کا میل بتدریج کم ہوتا جاتا ہے حتیٰ کہ ح پر (تقریباً ۲۳ ستمبر کے قریب) یہ پھر صفر ہو جاتا ہے۔ ۲۳ ستمبر کے بعد ۲۱ مارچ تک سورج کا مَیل جنوبی ہوتا ہے وسطِ سرما میں (۲۱ دسمبر کے قریب) اس کی بڑی سے بڑی قیمت س ط = ۲۳° ۲۸' جنوب ہو جاتی ہے۔ اس وقت کو انقلابِ سرما کہتے ہیں، پس

سورج کا میل اعتدالِ ربیع پر = ۰°

" انقلابِ سرما پر = ۲۳° ۲۸' شمال

سورج کا میل اعتدالِ خریف پر = ۰

انقلابِ سرما پر = ۲۳° ۲۸′ جنوب

اس عرصہ کے دوران میں جس کو سال کہتے ہیں سورج کا صعودِ مستقیم اور طول بلد اعتدالِ ربیع پر صفر سے شروع ہو کر بعد کے اعتدالِ ربیع کے عین قبل ۳۶۰° تک پہنچ جاتے ہیں اور ہر ۲۱ جون کو ۹۰°، ۲۳ ستمبر کو ۱۸۰° اور ۲۱ دسمبر کو ۲۷۰° ہوتا ہے۔

یہ ذکر کرنا چنداں ضروری نہیں معلوم ہوتا کہ سورج کے طریقِ شمس پر رہنے کی وجہ سے اس کا عرض بلد ہمیشہ صفر ہوتا ہے۔

جب ہم سورج کے میل کا ذکر کرتے ہیں تو اس سے ہماری مراد سورج کے قرص کے مرکز کے میل سے ہوتی ہے۔

خطِ سرطان اور خطِ جدی

اگر ہم کرۂ سماوی پر خطِ استوا کے متوازی دو صغیر دائرے کھینچیں جو دونوں استوا سے ۲۳° ۲۸′ کے فاصلہ پر بالترتیب شمال اور جنوب کی طرف واقع ہوں تو یہ صغیر دائرے بالترتیب ۲۱ جون اور ۲۱ دسمبر کو سورج کے یومیہ راستوں کو تعبیر کرینگے۔

جب سورج ان پر پہنچتا ہے تو واپس لوٹتا ہوا معلوم ہوتا ہے شمالی دائرہ کو خطِ سرطان اور جنوبی دائرہ کو خطِ جدی کہتے ہیں۔

دائرۂ اعتدال سے مراد استوا کا وہ ثانوی ہے جو نقاطِ اعتدال میں سے کھینچا جائے۔

دائرۂ انقلاب سے مراد استوا کا وہ ثانوی ہے جو نقاطِ انقلاب میں سے کھینچا جائے۔

پس دائرۂ انقلاب طریقِ شمس کا بھی ثانوی ہوتا ہے۔

کسی ستارہ کا ارتفاع بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جب کہ یہ نصف النہار پر ہو

فرض کرو نصف النہار پر ستارہ کا مقام س ہے اور کسی اور وقت اس کا مقام سَ ہے ہ س سَ اور ق سَ کو ملاؤ۔

اب چونکہ مثلث کروی کے دو اضلاع مل کر تیسرے سے ہمیشہ بڑے ہوتے ہیں، اس لیے ہ سَ + ہ ق > ق سَ

لیکن ق سَ = ق س،



شکل ۵

کیونکہ ستارہ کا فاصلہ قطب ق سے ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔

∴ ر سَ + ر ق > ق س

مشترک حصہ ر ق نکال دینے سے ر سَ > ر س، یعنی کسی ستارہ کا راسی فاصلہ چھوٹے سے چھوٹا اُس وقت ہوتا ہے جب کہ یہ نصف النہار پر ہو، لہذا نصف النہار پر اس کا ارتفاع بڑے سے بڑا ہوتا ہے۔

اسی طرح سے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ افق کے نیچے کسی جرم کی پستی زیادہ سے زیادہ اُس وقت ہوتی ہے جب کہ یہ نصف النہار پر ہو۔

مشقیں

(۱) راس کا ارتفاع اور ساعتی زاویہ معلوم کرو [جواب ۹۰°، ۰۔

(۲) قطب سماوی کا میل اور عرض بلد کیا ہے [جواب ۹۰: ۶۶° ۳۲َ (۹۰ - ۲۳° ۲۸َ)

(۳) طریقِ شمس کا قطب، قطبِ سماوی سے کس فاصلہ پر ہے بالفاظِ دیگر شکل ۵ میں توس ق قَ کا زاویئی طول کیا ہے۔ [جواب ۲۳° ۲۸َ]

(۴) ـــــ کا میل صعودِ مستقیم، عرض بلد اور طول بلد بتاؤ

جواب ۰، ۱۸۰°، ۰، ۱۸۰°

(۵) آسمان کا کونسا نقطہ ایسا ہے کہ اس کا میل، صعودِ مستقیم، عرض بلد، طول بلد سب صفر ہوں۔ جواب - راس الحمل ♈

(۶) اگر ایک ستارہ نصف النہار کو آج رات کے ۱۱ بجے عبور کرے تو بتاؤ کہ یہ (۱) کل رات کو (۲) ۱۵ دن کے بعد کس وقت عبور کریگا بشرطیکہ سورج کے صعودِ مستقیم کی تبدیلی کو سال بھر کے لیے یکساں تصور کیا جائے دیکھو دفعات ۵ اور ۶۔

جواب (۱) ۱۰ بج کر ۵۶ منٹ رات (۲) تقریباً ۱۰ بجے رات

(۷) یہی ستارہ نصف النہار کو ایک سال کے بعد کس وقت عبور کریگا۔ جواب ۱۱ بجے رات

(۸) ایک ستارہ نصف النہار پر آج عین آدھی رات کو قطب کے اوپر ۱۰° پر ہے آج سے عین (۱) چھ ماہ بعد (۲) ایک سال بعد یہ آدھی رات کو کہاں ہوگا جب کہ طریقِ شمس پر سورج کی ظاہری حرکت کو یکساں تصور کیا جائے۔

(۹) سورج کا صعودِ مستقیم ۲۱ مارچ، ۲۱ جون، ۲۳ ستمبر، ۲۱ دسمبر کو کیا ہوتا ہے،

جواب ۰، ۹۰°، ۱۸۰°، ۲۷۰°

(۱۰) بتاؤ کہ سورج کا میل اور صعودِ مستقیم ۲۱ را پریل کو کیا ہوگا، جب کہ ان مقادیر کی سالانہ تبدیلیوں کو یکساں تصور کیا جائے۔ جواب ۹° ۴۹′ ۲۰″ شمال، ۳۰°

(۱۱) سوال ماقبل کے مفروضہ کی بنا پر بتاؤ کہ کس وقت سورج کا (۱) صعودِ مستقیم ۱۲۰° ہوگا۔ (۲) کس وقت اس کا میل ۱۵° ۳۸′ ۴۰″ شمال ہوگا۔

جواب (۱) ۲۱ جولائی (۲) ۲۱ مئی یا ۲۱ جولائی

نوٹ ۔ طالب علم کرۂ سماوی کے ذریعہ یا بحری جنتری کے مطالعہ سے دیکھ سکتا ہے کہ دسویں اور گیارھویں سوالوں کے جواب مذکورہ بالا تاریخوں پر سورج کے صحیح میل اور صعودِ مستقیم کو تعبیر نہیں کرتے جس سے صاف ظاہر ہوتا ہے کہ دورانِ سال میں ان مقادیر میں جو تبدیلی واقع ہوتی ہے وہ یکساں نہیں ہے۔

(۱۲) اعتدالوں کے وقت کسی مقام پر طلوع وغروبِ آفتاب کا وقت کیا ہوگا۔

جواب۔ ۶ بجے صبح اور ۶ بجے شام

(۱۳) سورج کا ساعتی زاویہ ۲۱ مارچ کو بوقتِ طلوع کیا ہوگا۔

جواب ۹۰°

دوسرا باب

زمین

۱۶ - بہ زمانۂ ابتدائی کے محققین بھی جانتے تھے کہ زمین کی شکل تقریباً گروی ہے۔ یہاں ہم چند ایسے دلائل کا سرسری ذکر کرینگے جن سے نتیجہ مذکورہ مستنبط ہوتا ہے، یہ دلائل حسب ذیل ہیں:-

(۱) سمندر پر جہاز کا شکم پہلے غائب ہو جاتا ہے جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جہاز محدب سطح پر حرکت کر رہا ہے۔

(۲) جب زمین کا ظلّ چاند کی سطح پر پڑتا ہے تو چاند کا خسوف واقع ہوتا ہے۔ دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ زمین کے ظل کا خطِ محیط ہمیشہ دائرہ کی ایک قوس ہوتی ہے اور ہم جانتے ہیں کہ کرہ کے سوائے اور کوئی جسم ایسا نہیں ہے جو ہر وضع میں مستدیر ظل ڈال سکے۔

(۳) اس امر کی ایک قاطع دلیل جو مشاہدہ پر مبنی ہے یہ ہے کہ شمالاً جنوباً مساوی فاصلے طے کرنے سے کسی ثابت ستارے کے نصف النہاری ارتفاعوں میں یا قطب سماوی کے ارتفاع میں مساوی تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں اور ایسا کبھی واقع ہو نہیں سکتا جب تک کہ یہ فرض نہ کر لیا جائے کہ زمین گول ہے۔

قطب سماوی کی سمت مستقل رہتی ہے

۱۷ - چونکہ یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ قطبِ سماوی کا فاصلہ زمین پر کے کسی فاصلہ سے مقابلۃً لاانتہا زیادہ ہے اس لئے ظاہر ہے کہ اگر کوئی شخص زمین پر اپنے مقام کو کہیں بدلے تو جو خط ان مقامات سے قطبِ سماوی کی سمت میں کھینچے جائیں وہ عملاً ایک دوسرے کے متوازی رہینگے۔

زمین کا محور - زمین کا خطِ استوا، عرض بلد اور طول بلد

زمین کے اُس قطر کو جو ہمیشہ قطبِ سماوی کی مستقل سمت کے متوازی رہتا ہے زمین کا محور کہتے ہیں۔

زمین کا محور زمین کی سطح کو دو نقاط پر قطع کرتا ہے جن کو زمین کا قطبِ شمالی اور قطبِ جنوبی کہتے ہیں۔

وہ دائرۂ کبیر جو زمین کی سطح پر اس طرح کھینچا جائے کہ اس کی سطح زمین کے محور پر عمود ہو زمین کا خطِ استوا (یا استوائے ارضی) کہلاتا ہے۔

وہ کبیر دائرے جو زمین کے قطبوں میں سے زمین کی سطح پر کھینچے جائیں زمین کے نصف النہار (یا نصف النہار ارضی) کہلاتے ہیں۔ گرینچ کے نصف النہار کو نصف النہار اولیٰ کہتے ہیں۔ کسی مقام کے عرض بلد سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو خطِ استوا کے شمال یا جنوب کی طرف مقامِ مذکور میں سے گزرنے والے نصف النہار پر ناپا گیا ہو۔

کسی مقام کے طول بلد سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو نصف النہار اولین سے شرقاً غرباً ناپا جائے اور اس کی پیمائش اُس زاویہ سے ہوتی ہے جو خطِ استوا کی اُس قوس کے محاذی زمین کے مرکز پر بنتا ہے جو کہ مقامِ مذکور میں سے گزرنے والے نصف النہار اور نصف النہار اولیٰ کے مابین خطِ استوا پر منقطع ہوتی ہے، ظاہر ہے کہ یہ زاویئی فاصلہ شرقاً غرباً ناپا جاتا ہے۔

پس اگر خطِ استوا کے متوازی سطح زمین پر کوئی خط کھینچا جائے تو اس پر کے سب مقامات کا عرض بلد ایک ہی ہوگا اور ایک ہی نصف النہار پر کے سب مقامات کا طول بلد ایک ہی ہوگا عرض بلد کو شمالاً جنوباً ۰° سے ۹۰° تک ناپا جاتا ہے اور طول بلد کو شرقاً غرباً ۰° سے ۱۸۰° تک۔

کرۂ سماوی پر کے خطِ سرطان اور جدی کے متناظر خطِ استوا کے متوازی سطح زمین پر دو صغیر دائرے کھینچے ہوئے فرض کیے گئے ہیں جن میں سے ایک ۲۳° ۲۸′ کے فاصلہ پر شمال کی طرف ہے اور دوسرا اتنے ہی فاصلہ پر جنوب کی طرف۔ ان صغیر دائروں کو بھی بالترتیب خطِ سرطان اور خطِ جدی کہتے ہیں۔ اگر قطب شمالی اور قطب جنوبی سے

۲۳° ۲۸' کے فاصلہ پر سطح زمین پر دو صغیر دائرے کھینچے جائیں تو ان دائروں کو بالترتیب دائرۂ باردہ شمالی اور دائرۂ باردہ جنوبی کہتے ہیں۔

سطح زمین کا وہ حصہ جو خطِ سرطان اور خطِ جدی سے محیط ہوتا ہے منطقہ حارّہ کہلاتا ہے، اس کی سطح کے وہ حصے جو ایک طرف خطِ سرطان اور دائرہ باردہ شمالی کے مابین اور دوسری طرف خطِ جدی اور دائرہ باردہ جنوبی کے مابین واقع ہوتے ہیں بالترتیب منطقہ معتدلہ شمالی اور منطقہ معتدلہ جنوبی کہلاتے ہیں، نیز وہ حصے جو ایک جانب دائرہ باردہ شمالی اور قطب شمالی اور دوسری جانب دائرہ باردہ جنوبی اور قطب جنوبی کے مابین واقع ہوتے ہیں بالترتیب منطقۂ باردہ شمالی اور منطقہ باردہ جنوبی سے موسوم ہوتے ہیں۔

۱۸۔ کسی مقام پر قطبِ سماوی کا ارتفاع مقامِ مذکور کے عرض بلد کے مساوی ہوتا ہے

شکل ۶

فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ مقام و پر ہے، تب چونکہ قطبِ سماوی زمین سے بہت ہی دُور ہے اس لیے خط م ق جو زمین کے مرکز م میں سے قطب شمالی کی سمت میں کھینچا گیا ہے وق کے متوازی ہوگا۔ نیز مشاہدہ کنندہ کا افق مماسی سطح اوف سے تعبیر ہوگا جو و میں سے کھینچی گئی ہے۔

اب ہمیں صرف یہ ثابت کرنا ہے کہ زاویہ طہ جو قطب کا ارتفاع ہے قوس س و یا زاویہ فہ کے مساوی ہوگا۔ جو مقام و کا عرض بلد ہے۔ چونکہ وق متوازی ہے م ق کے، اس لیے زاویہ عہ = زاویہ بہ لیکن طہ متمم ہے زاویہ عہ کا اور فہ متمم ہے بہ کا، اِس لیے طہ = فہ یعنی قطب کا ارتفاع مقامِ مذکور کے عرض بلد کے مساوی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ اگر کوئی شخص شمالاً جنوباً حرکت کرے تو اس کے

عرض بلد میں جو تبدیلی واقع ہوگی وہ قطب کے ارتفاع سے تعبیر ہوگی۔

عرض بلد کے ایک درجہ کا طول۔ زمین کی جسامت زمین کی شکل

۱۹۔ زمین کی سطح پر عملی طور پر ایک درجہ کے طول کی پیمائش کرنے میں بہت سی دقتیں ہیں۔ زمین کی سطح پر کوئی مقام منتخب کرتے ہیں اور قطب کا ارتفاع مشاہدہ کرتے ہیں اس مقام کے عین شمال یا جنوب کی طرف ایک اور مقام اتنے فاصلہ پر منتخب کرتے ہیں کہ اس پر قطب کا ارتفاع بقدر ایک درجہ کے زیادہ یا کم ہو جاتا ہے۔ تب ان دو مقامات کے درمیان نصف النہار کی قوس کا جو طول منقطع ہوتا ہے اس کو احتیاط سے ناپ لیا جاتا ہے، تجربہ سے اس فاصلہ کی اوسط قیمت ۱/۲ ۶۹ میل معلوم کی گئی ہے اور یہ قیمت صریحاً ایک درجہ کے طول کو تعبیر کرتی ہے۔ عملاً ایک درجہ کے طول کو زمین کی تقریباً بیس مختلف جگہوں پر ناپا گیا ہے اور نتائج میں کچھ زیادہ اختلاف نہیں پایا جاتا۔ زمین کی شکل کے تقریباً گول ہونے کا یہ ایک تصدیقی ثبوت ہے۔

علاوہ ازیں تجربہ سے یہ بھی معلوم ہوا ہے کہ قطبوں کے قریب ایک درجہ کا طول استوا کے قریب کے ایک درجہ کے طول سے نسبتاً بڑا ہے اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ قطبوں کے نزدیک زمین کا انحنا، اتنا زیادہ نہیں ہے جتنا کہ استوا کے پاس ہے، بالفاظِ دیگر زمین قطبوں پر زیادہ چپٹی ہے۔ درحقیقت زمین کی شکل ایک ایسے جسم کے مشابہ ہے جس کو سیبی کرہ نما کہتے ہیں۔ لیکن زمین کی شکل اور کروی شکل میں بہت ہی خفیف اختلاف ہے۔ زمین کے مختلف مقامات پر ایک درجہ کے طول ذیل کی جدول میں درج کیے جاتے ہیں:۔

استوا پر	۶۸٫۷۰۴	میل
عرض بلد ۲۰° پر	۶۸٫۷۸۶	〃
〃 ۴۰° پر	۶۸٫۹۹۳	〃
〃 ۶۰° پر	۶۹٫۲۳۰	〃
〃 ۸۰° پر	۶۹٫۳۸۶	〃

اگر ایک درجہ کے طول کو تقریباً ۱/۲ ۶۹ میل سے تعبیر کیا جائے تو زمین کے محیط اور

قطر کی تقریبی قیمتیں حسب ذیل محسوب کی جاسکتی ہیں۔

۱° = ۶۹ ۱/۱۰ میل

∴ ۳۶۰° = ۲۵ ہزار میل سے کچھ کم = زمین کا محیط

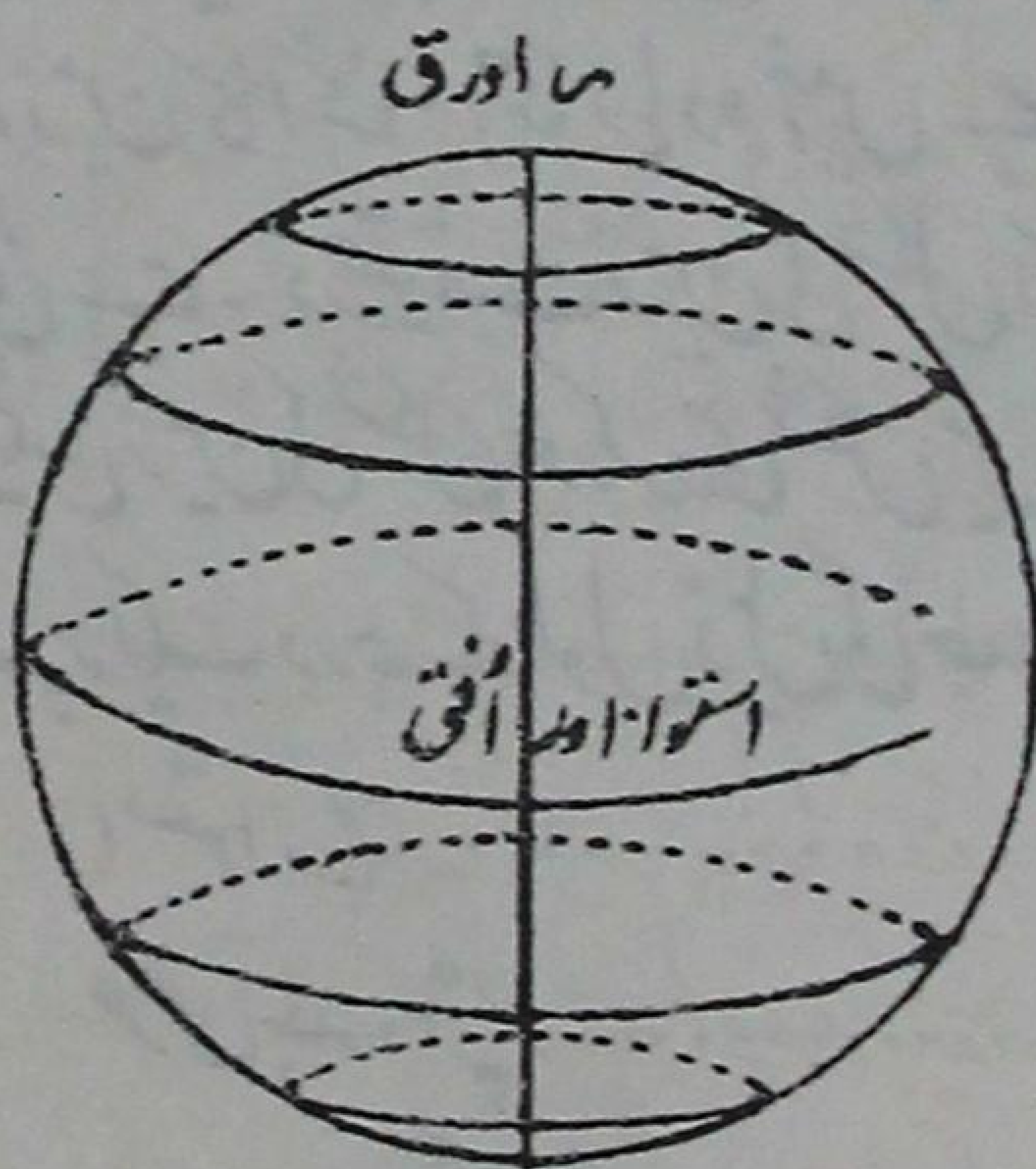
زمین کا قطر = ۲۵۰۰۰ / ۳٫۱۴۱۵۹ = ۸۰۰۰ میل سے کچھ کم

یہ بھی دریافت ہوا کہ زمین کا محوری قطر استوائی قطر سے تقریباً ۲۶ میل کم ہے۔

سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے تبدیل کرنے سے کُرہ سماوی کے نظارے

۲۰۔ اگر کوئی شخص خطِ استوا کے شمال کی طرف کے کسی مقام سے روانہ ہو اور مقام مذکور کے نصف النہار پر شمال کی طرف حرکت کرے تو جوں جوں اس کا عرض بلد بڑھتا جائیگا قطب سماوی کا مقام اُسے بتدریج اونچا ہوتا معلوم ہوگا (دیکھو دفعہ ۱۸)۔ اگر وہ قطب شمالی پر پہنچ سکے تو قطب سماوی اس کو عین اوپر نقطۂ راس پر دکھائی دیگا اور اس کا افق استوائے سماوی پر منطبق ہوگا (دیکھو شکل ۷)۔

نیز اُسے سب ستارے اُفق کے متوازی چھوٹے دائروں میں حرکت کرتے معلوم ہونگے۔ لہذا وہ سب ستارے جو اُس کو دکھائی دیتے ہیں ابدی الظہور ستارے ہونگے۔ اور وہ ستارے جو استوائے سماوی کے جنوب کی طرف واقع ہیں کبھی نظر نہیں آئینگے۔ پس قطب شمالی پر کھڑا ہو کر مشاہدہ کنندہ کُل آسمان کے نصف حصہ سے زیادہ کبھی نہ دیکھ سکیگا اور اس نصف کا کوئی حصہ اُس کی نظر سے اوجھل نہ ہوگا۔ اس قسم کے کُرہ سماوی کو متوازی کرہ کہتے ہیں۔ چونکہ نصف سال



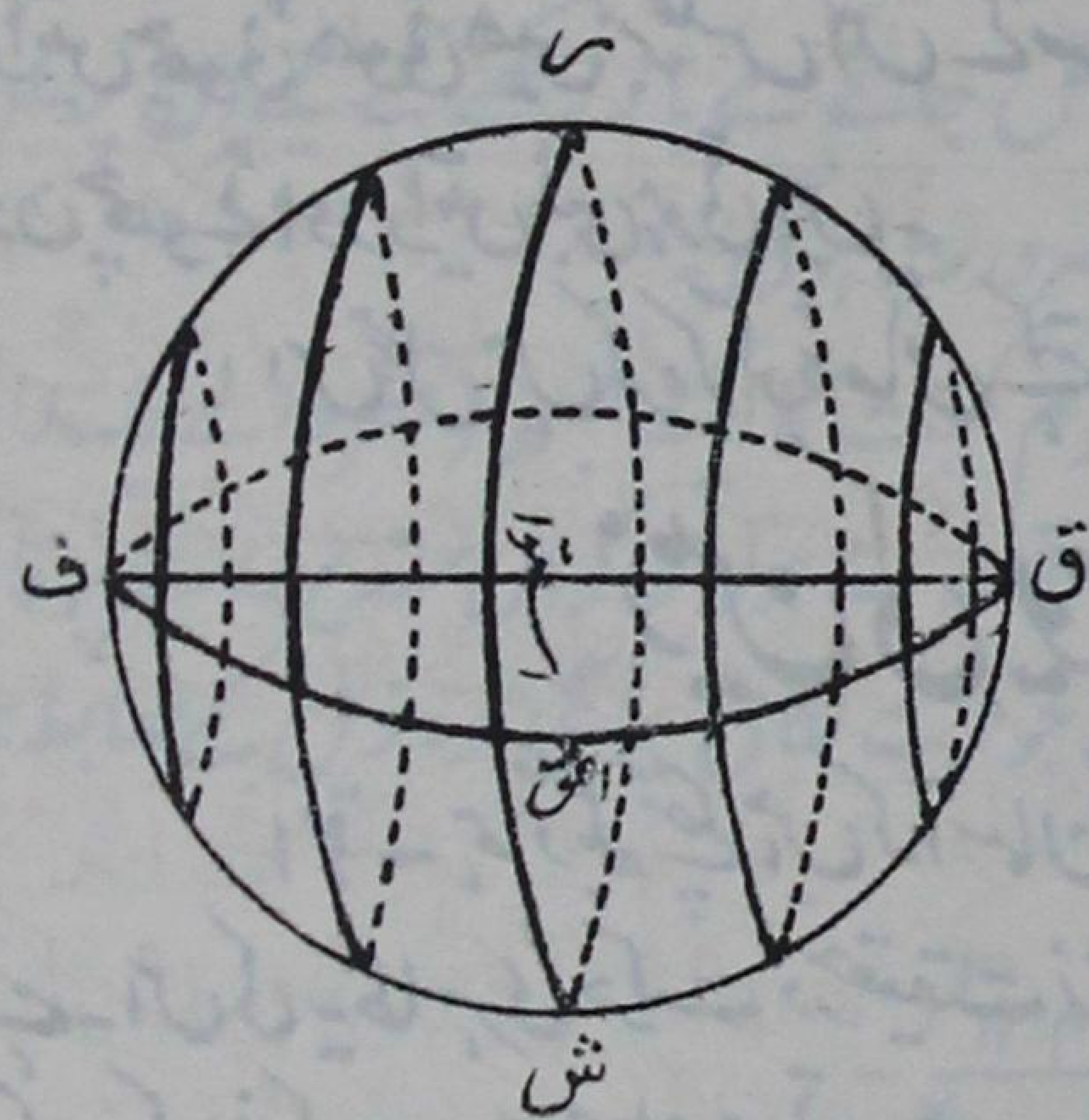
شکل ۷۔ متوازی کرہ جب کہ مشاہدہ کنندہ زمین کے کسی قطب پر ہو۔

(۲۱ مارچ سے ۲۳ ستمبر تک) سورج خطِ استوا کے شمال کی طرف رہتا ہے اس لیے وہ

اس عرصہ میں مشاہدہ کنندہ کے اُفق سے اوپر دکھائی دیگا۔ چھ مہینے کے اس دوران میں وہ ہر چوبیس گھنٹے میں آسمان پر ایک دَور پورا کرتا ہوا معلوم ہوگا اور اگر سورج کے مَیل میں بتدریج تبدیلی نہ واقع ہوتی رہتی تو اس کا یہ دَور افق کے متوازی رہتا۔ اس موقع پر سورج کا بڑے سے بڑا ارتفاع ۲۱ رجون کے قریب ہوگا اور ۲۳° ۲۸َ کے مساوی ہوگا۔ دوسرے چھ ماہ میں سورج افق کے نیچے رہتا ہے اور ۲۱ دسمبر کو افق کے نیچے ۲۳° ۲۸َ پر پہنچتا ہے۔ پس قطب شمالی پر دن اور رات دونوں چھ چھ ماہ کے طول کے ہوتے ہیں لیکن اس چھ ماہ کی رات کا معتدبہ حصہ شفق پر مشتمل ہوتا ہے۔

مشاہدہ کنندہ خطِ استوا پر

اب فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ جنوب کی سمت میں حرکت کرنا شروع کرتا ہے۔ اُسے معلوم ہوگا کہ قطب سماوی بتدریج نیچا ہوتا جاتا ہے اور جب بالآخر وہ خطِ استوا پر پہنچتا ہے تو قطب سماوی عین اُفق میں دکھائی دیتا ہے اور عین نقطۂ شمال پر منطبق ہوتا ہے، نیز جنوبی قطب سماوی عین نقطۂ جنوب پر منطبق ہوتا ہے۔ پس اس صورت میں استوائے سماوی اُس کے نقطۂ راس اور نظیر الراس میں سے گزرتا ہے، اس کے افق کو زاویۂ قائمہ پر قطع کرتا ہے اور اول السموت پر منطبق ہوتا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۸)۔



شکل ۸۔ قایم کرہ مشاہدہ کنندہ استوا پر ہے۔

چونکہ ستاروں کے ظاہری یومیہ راستے استوائے سماوی کے متوازی ہوتے ہیں اس لیے یہ سب راستے افق سے علی القوائم ملینگے اور اس سے دو مساوی حصوں میں تقسیم ہو جائینگے پس ستارے جتنا وقت افق سے اوپر رہینگے اتنا ہی وقت افق سے نیچے رہینگے۔ لہذا کوئی ستارہ ابدی الظہور نہیں ہوگا بلکہ ہر ایک ستارہ تقریباً بارہ گھنٹے افق سے اوپر دکھائی دیگا۔ نیز ظاہر ہے کہ خطِ استوا پر تمام سال میں دن اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں۔

چونکہ افق ستاروں کے یومیہ راستوں کی زاویہ قائمہ پر تنصیف کرتا ہے اس لیے اس کرہ کو قائم کرہ کہتے ہیں ۔

اسی طرح سے جنوبی نصف کرہ میں جوں جوں جنوبی عرض بلد بڑھتا جاتا ہے جنوبی قطب سماوی کا ارتفاع بھی زیادہ ہوتا جاتا ہے ۔

مشاہدہ کنندہ حیدر آباد کے عرض بلد کے قریب

چونکہ حیدر آباد کا عرض بلد تقریباً $17\frac{1}{3}$ درجہ شمال ہے اس لیے قطب سماوی کا ارتفاع ق ف = $17\frac{1}{3}°$ (دیکھو شکل ۳)۔

ستاروں کے ظاہری یومیہ راستے افق سے مائل طور پر ملتے ہیں ۔ بعض ستارے ابدی الظہور ہیں اور بعض طلوع و غروب ہوتے ہیں ۔ نیز بعض ستارے جن کے میل جنوبی ہیں اپنی یومیہ گردش کے دوران میں تھوڑا عرصہ نظر آتے ہیں ۔ موسم گرما میں سورج کا ظاہری یومیہ راستہ استوا سے شمال کی طرف دائرہ ا ج ب سے تعبیر ہوتا ہے ۔ اس راستہ کا نصف سے زیادہ حصہ افق سے اوپر کی طرف ہے لہذا موسم گرما میں دن لمبے اور راتیں چھوٹی ھوتی ھیں ، برعکس اس کے سرما میں جب کہ سورج کا میل جنوبی ہوتا ہے دن چھوٹے اور راتیں لمبی ہوتی ہیں ۔

اس محل میں کرہ کو کرۂ مائل کہتے ہیں ۔

زمین کی یومیہ گردش

۲۱ ۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ آسمان مشرق سے مغرب کی طرف حرکت کرتا معلوم ہوتا ہے ۔ اس کی یہ ظاہری حرکت درحقیقت زمین کے اپنے محور کے گرد مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرنے کی وجہ سے معلوم ہوتی ہے ۔ یہ بات ذیل کے امور پر غور کرنے سے واضح ہو جاتی ہے

(۱) سہولت اور آسانی کے لحاظ سے ۔

(۲) مطابقت کی رو سے ۔

(۳) مرکز جو قوت کی رو سے ۔

(۴) ایک بلند مینار کی چوٹی پر سے کوئی جسم گرانے کے تجربہ سے ۔

(۵) فوکو (Foucault) کے رقاص کے تجربہ کی رو سے۔

پہلے تین امور اُن دلائل پر مشتمل ہیں جن سے زمین کا گردش کرنا نہایت اغلب معلوم ہوتا ہے لیکن (۳) اور (۴) اس کی گردش کے تجربی ثبوت ہیں۔

آسانی کی رُو سے - کوپرنیکس کے وقت میں زمین کی گردش کے متعلق صرف یہی ایک دلیل تھی کہ اس کا گردش کرنا زیادہ آسان اور بنائے علیہ زیادہ اغلب ہے بہ نسبت اس امر کے کہ تمام ستارے اور اجرامِ فلک ایک دوسرے کے ساتھ اس قدر پیچیدہ طریقہ پر متعلق ہوں کہ ان میں سے ہر ایک قطب سماوی کے گرد ایک ہی مدت میں اپنی حرکت کو مکمل کرے۔

مطابقت کی رُو سے - بعد میں دُوربینوں کی ایجاد (۱۶۰۹) سے ایک مزید دلیل حاصل ہوگئی۔ دوربین کی مدد سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ بہت سے سیارے اور نیز سورج اور چاند کروی اجسام ہیں جو اپنے محوروں کے گرد گھومتے ہیں، اس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ زمین بھی غالباً گھومتی ہے۔

مرکز جُو قوت کی رُو سے - دیگر ستارے تو درکنار اگر یہ فرض کیا جائے کہ سورج اور سیارے گردش کر کے ایک دن جیسے قلیل عرصہ میں اتنے بڑے نصف قطر والے دائرے بناتے ہیں تو ان کو دوائرِ مذکور کی مماسی سمت میں نکل جانے سے باز رکھنے کے لیے اِن پر ان دائروں کے مرکز کی طرف لاانتہا قوت لگانے کی ضرورت ہوگی۔

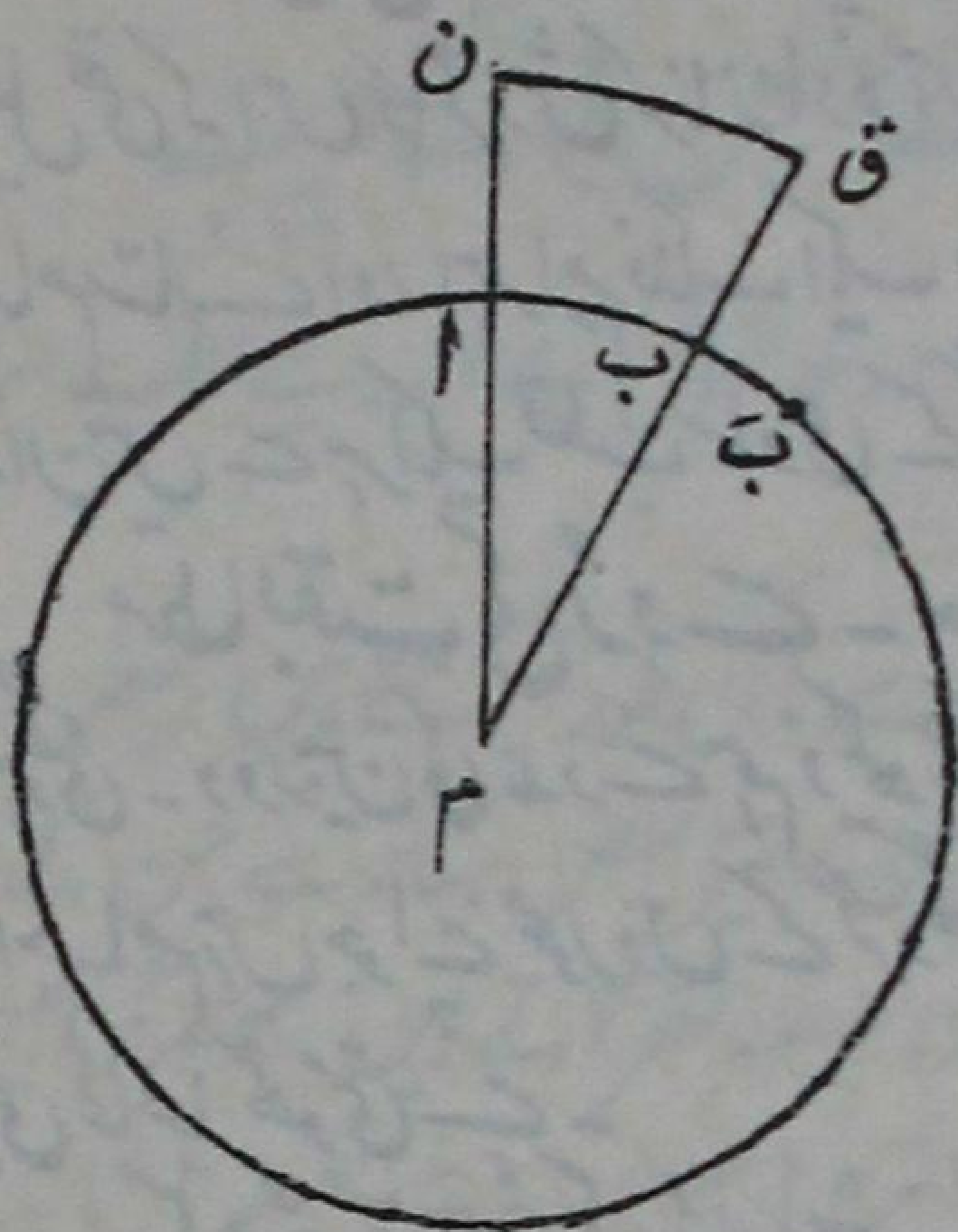
کیونکہ ہم علمِ حیل سے جانتے ہیں کہ اگر م کمیت کا ایک جسم (قطر والے ایک دائرہ کے گرد اس طرح حرکت کر رہا ہو کہ اس کے دَور کا وقت ت ہو تو اس کو اس مستدیر راستہ پر قائم رکھنے کے لیے دائرۂ مذکور کے مرکز کی سمت میں جو قوت لگانی پڑیگی وہ ذیل کے ضابطہ سے محسوب ہوگی:-

$$ق = م \times \frac{۴ \pi^۲ ر}{ت^۲}$$

لیکن صورت زیرِ بحث میں ر بہت بڑا ہے اور ت بہت چھوٹا ہے لہذا ق لاانتہا بڑا ہوگا۔ لیکن جہاں تک ہمیں معلوم ہے کوئی جسم اتنی بڑی کشش پیدا نہیں کر سکتا پس سورج اور سیاروں اور نیز دیگر ستاروں کو حرکت کرتے ہوئے فرض کرنا ایک نہایت بعید از قیاس مفروضہ معلوم ہوتا ہے۔

گرنے والے اجسام کے ذریعہ تجربی ثبوت

۲۲۔ نیوٹن پہلا شخص تھا جس نے یہ بتایا کہ اگر زمین مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے تو ایک جسم کو جو زمین کی سطح پر بڑی بلندی سے گرایا جائے خطِ انتصابی سے مشرق کی طرف گرنا چاہیئے۔



شکل ۹

فرض کرو کہ جسم مذکور مقام ن سے جو ایک مینار کا بالاترین نقطہ ہے نیچے گرایا گیا ہے۔ ن ا م ایک انتصابی خط ہے جو ن سے کھینچا گیا ہے اور زمین کے مرکز م میں سے گزرتا ہے۔ اب اگر ن ق اُس قوس کو تعبیر کرے جو جسم کے گرنے کے دوران میں مینار کی چوٹی مرتسم کرتی ہے تو ا ب اس قوس کو تعبیر کریگا جو اسی دوران میں مینار کا پائین مرتسم کرتا ہے۔ نیز چونکہ ا ب طول میں ن ق سے کم ہے اس لیے ظاہر ہے کہ چوٹی کی رفتار پائین کی رفتار سے زیادہ ہے۔ اب جسم کی رفتار مشرق کی طرف عین گرنے کے وقت وہی تھی جو مینار کی چوٹی کی تھی اور چونکہ یہ رفتار جو مینار کے پائین کی رفتار سے زیادہ ہے ہوا میں گرنے کے دوران میں بھی جسم کے اندر ویسے ہی موجود رہتی ہے اس لیے یہ اس امر کا باعث ہوگی کہ جسم قدرے مشرق کی طرف گرے۔ پس اگر ہم ا ب کو ن ق کے مساوی قطع کریں تو ب مینار مذکور کے پائین کے مقام کو تعبیر کریگا اور ب وہ نقطہ ہوگا جہاں جسم زمین پر گریگا۔

اگر ہم کسی بلند مینار سے ایک جسم کو گرائیں اور ہمیں تجربی طریق پر یہ معلوم ہو کہ جسم قدرے مشرق کی طرف گرا ہے تو اس مشاہدہ کی تشریح اور توجیہ ہم صرف اسی مفروضہ کی بنا پر کرسکتے ہیں کہ زمین مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے۔

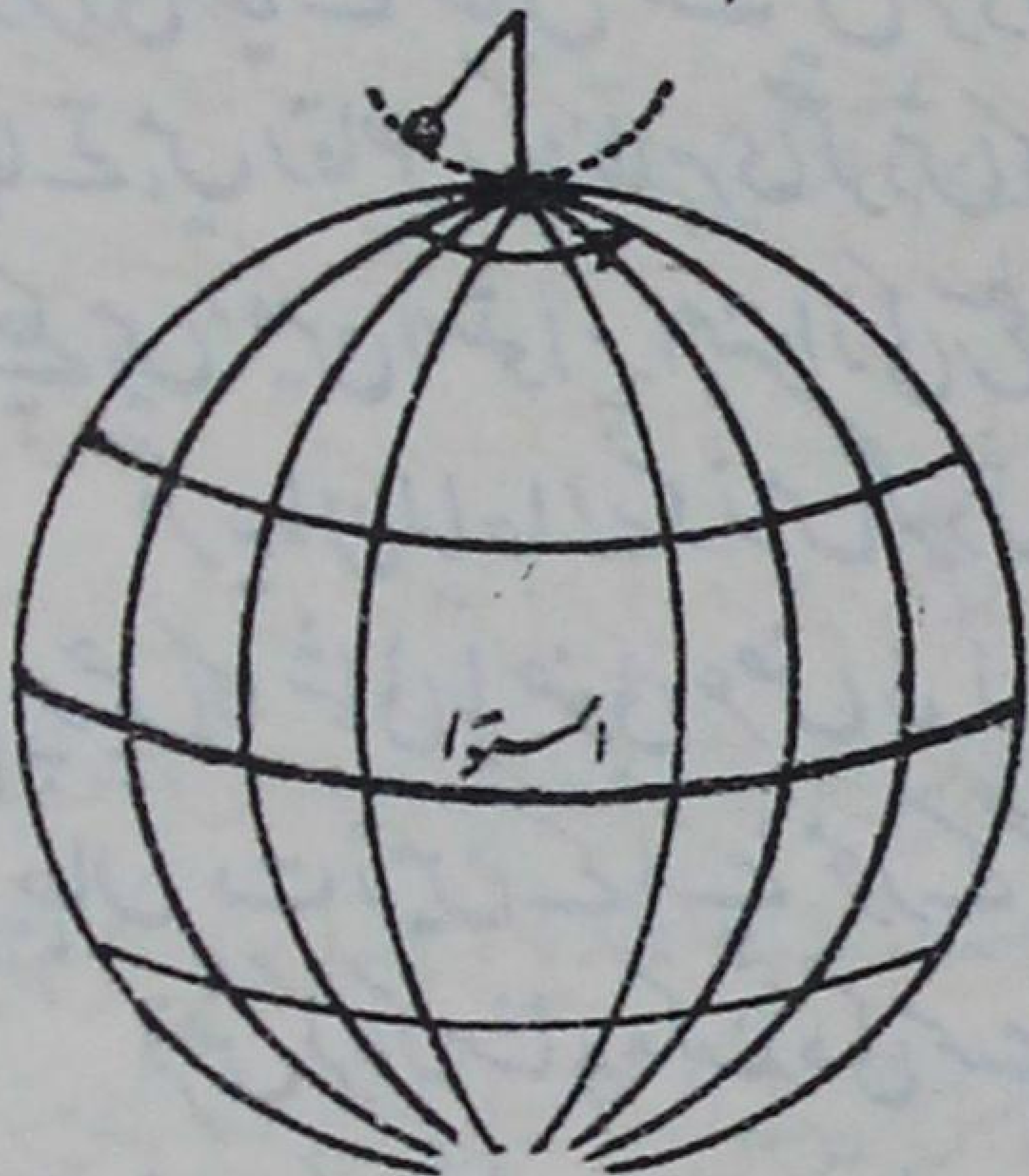
بایں ہمہ تجربہ کو اس طرح ترتیب دینا جس سے قطعی نتیجہ حاصل ہوسکے بہت مشکل ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ ہر حالت میں مینار کی بلندی زمین کے نصف قطر کے مقابلہ میں بہت چھوٹی

ہوگی اور لازماً یہ مشرقی ہٹاؤ نہایت قلیل ہوگا۔ بولون[5] اور ھامبورگ[1] میں یہ تجربہ کیا گیا تو معلوم ہوا کہ ۲۵۰ فٹ کی بلندی پر سے گرنے میں ہٹاؤ ۱/۱۲ انچ سے زیادہ نہیں تھا۔

رقاص کے تجربے

زمین کے حرکت کرنے کا تجربی ثبوت جس کو دلیلِ قاطع کے طور پر تصور کرنا چاہیے پہلے پہل ۱۸۵۱ئہ میں پیرس میں فوکو نے پیش کیا اور بعد از ایں بہت سے دیگر ماہرین نے اُس پر مہرِ تصدیق ثبت کی۔

اس مسئلہ کی مالہٗ وماعلیہ پر بحث کرنے سے پہلے ہم فرض کرلینگے کہ زمین فی الحقیقت مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے اور پھر دیکھینگے کہ اس حرکت کا اُس رقاص پر جو قطب شمالی پر جھول رہا ہو کیا اثر ہونا چاہیے۔



شکل ۱۰

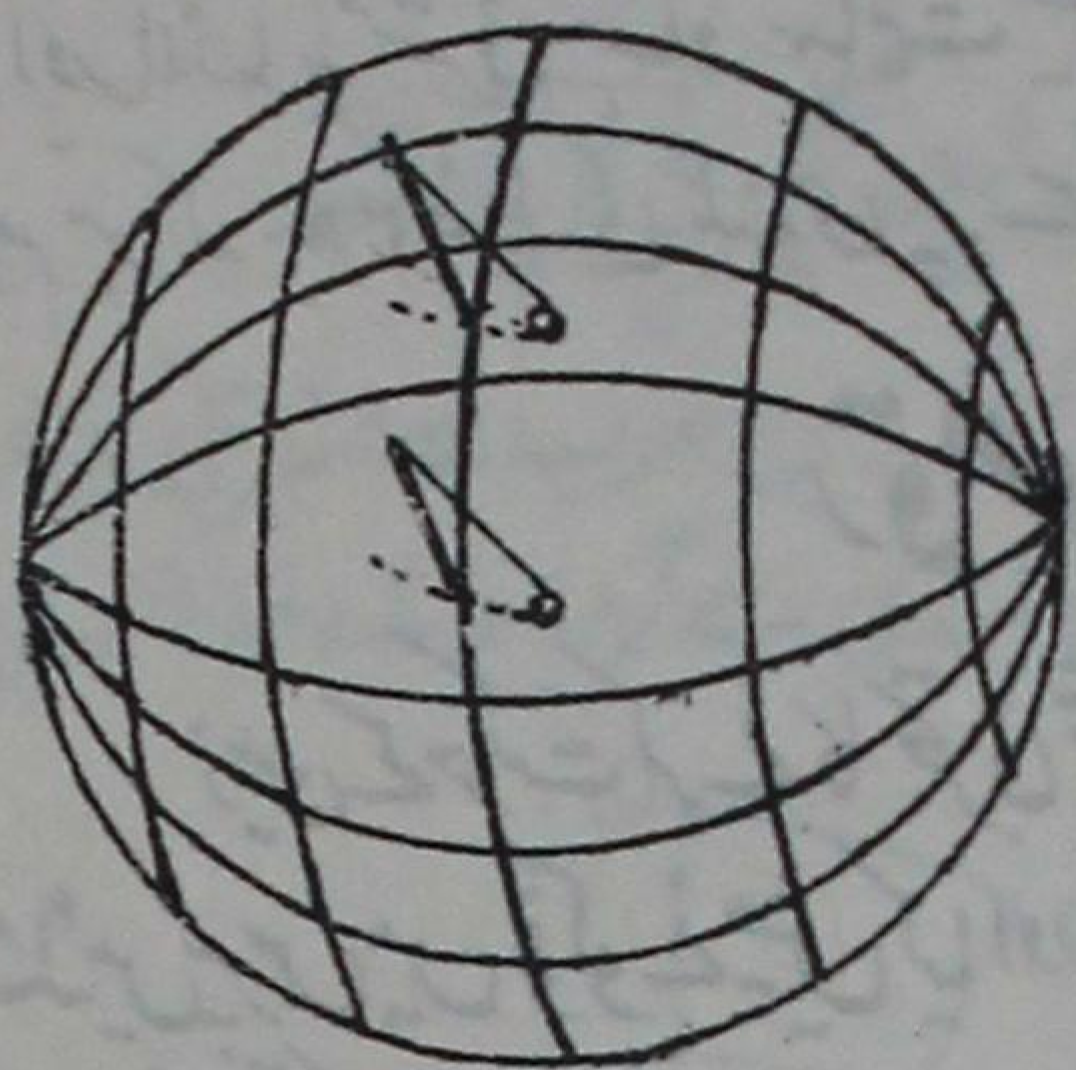
از روئے علمِ حیل ہم جانتے ہیں کہ اگر رقاص قوتِ جاذبہ کے زیرِ عمل جھولے تو اس کے اہتزاز کی سطح مستوی کا مقام فضا میں وہی رہیگا کیونکہ رقاص کو اس سطح سے الگ کرنے کے لیے اس پر کوئی قوت عمل نہیں کر رہی ہے۔

پس اگر یہ ممکن ہو کہ ہم قطب شمالی پر ایک رقاص کو جھلا سکیں تو مشاہدہ کنندہ اور نیز وہ سطح مستوی جس میں وہ کھڑا ہے زمین کی حرکت کی وجہ سے رقاص کے اہتزاز کی سطح مستوی کے گرد حرکت کریگی اور ۳۶۰° کا پورا دَور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ میں مکمل کریگی۔ لیکن چونکہ مشاہدہ کنندہ اپنی حرکت اور نیز اپنی سطح مستوی کی حرکت سے قطعاً بے خبر ہے اس لیے اُس کو ایسا معلوم ہوگا کہ رقاص کی سطح مستوی مخالف سمت میں حرکت کر رہی ہے اور پورا دَور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ میں مکمل کرلیتی ہے (دیکھو شکل ۱۰)۔

برعکس اس کے اگر رقاص کو خطِ استوا پر جھلایا جائے تو اہتزاز کی سطح مستوی مع مشاہدہ کنندہ اور زمین کی سطح پر کے اشیائے گردوپیش سب کے سب ایک ہی مشترک حرکت سے بہرہ یاب ہوکر گردش کرینگے (دیکھو شکل ۱۱)۔

[5] Boulogne [1] Hamburg

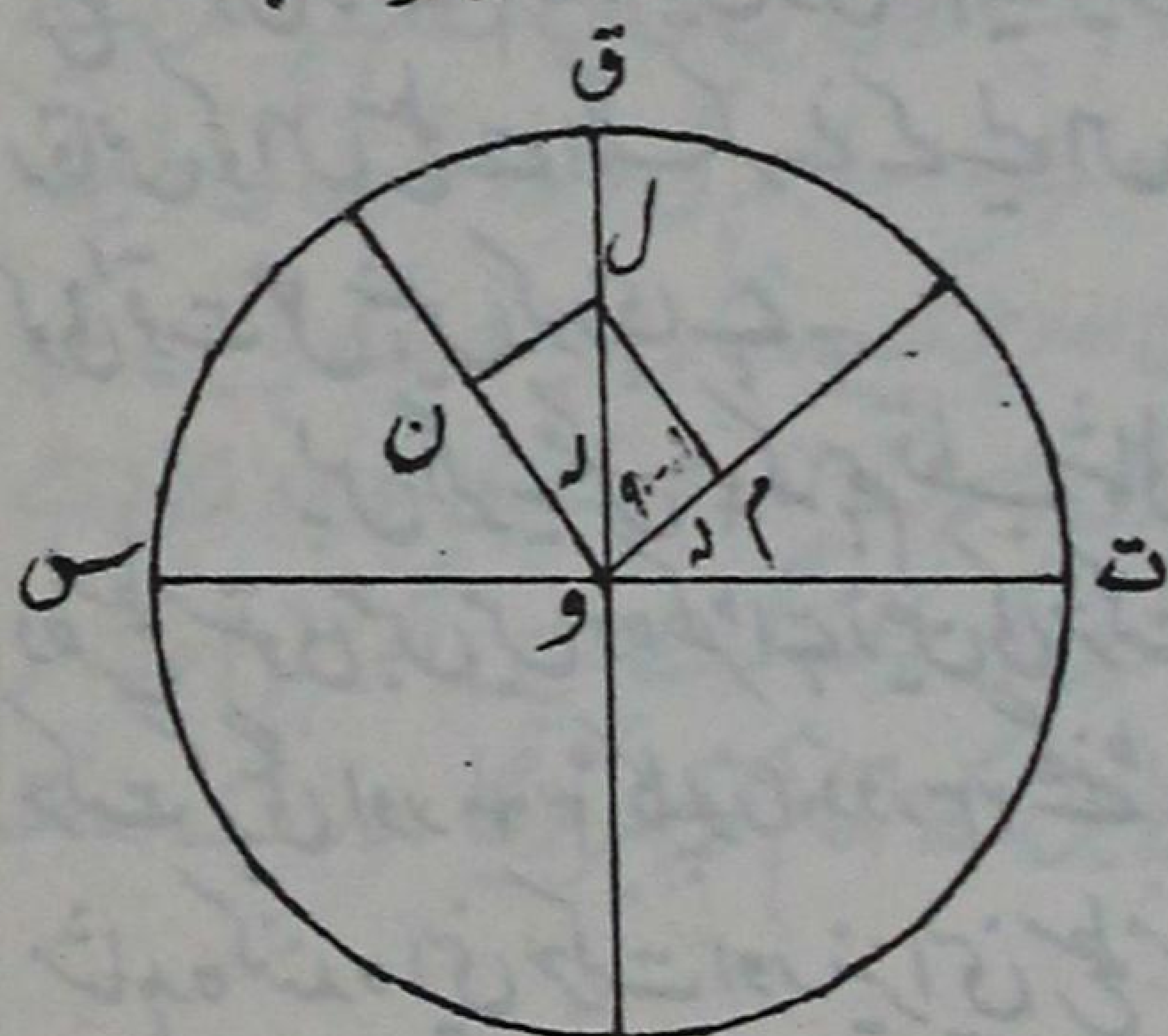
خطِ استوا اور قطب کے درمیان کسی مقام پر رقاص کے قریب کی زمین کے وہ حصے جو خطِ استوا کے قریب تر ہیں مشرق کی طرف زیادہ رفتار سے گردش کرینگے بہ نسبت ان حصوں کے جو قطب کے زیادہ نزدیک ہیں۔



شکل ۱۱

پس مشاہدہ کنندہ کی سطحِ مستوی در حقیقت رقاص کے نیچے گردش کرتی ہے یا بالفاظِ دیگر رقاص کے اہتزاز کی سطحِ مستوی بلحاظ مشاہدہ کنندہ اور اردگرد کی اشیا کے مقابل سمت میں گردش کرتی معلوم ہوتی ہے۔ جوں جوں ہم استوا کے نزدیک آتے جاتے ہیں رقاص کی ظاہری گردش کا وقت بتدریج بڑھتا جاتا ہے اور بالآخر جیسا کہ ہم دیکھ چکے ہیں، عین استوا پر اہتزاز کی سطحِ مستوی میں کوئی تبدیلی واقع ہوتی معلوم نہیں ہوتی۔

اگر یہ مان لیا جائے کہ زمین گردش کرتی ہے تو یہ ثابت کرنا آسان ہے کہ ایک ایسے مقام پر جس کا شمالی یا جنوبی عرض بلد لہ ہو رقاص کی ظاہری گردش کا وقت ت قم لہ ہوگا جہاں ت زمین کے اپنے محور کے گرد گردش کرنے کے وقت کو تعبیر کرتا ہے۔



شکل ۱۲

فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ کی سمت وم ہے۔ ق زمین کا شمالی یا جنوبی قطب ہے، سس ت خطِ استوا ہے اور لہ مشاہدہ کنندہ کا عرض بلد ہے۔

اب زمین وق کے گرد ۳۶۰° میں سے وقت کی ت اکائیوں میں گھومتی ہے، پس وقت کی ایک اکائی میں یہ $\frac{360^\circ}{ت}$ میں گھومتی ہے، اب $\frac{360^\circ}{ت}$ اکائی وقت کی یہ زاویئی رفتار دو علی القوائم سمتوں میں دو اجزاے ترکیبی میں تحلیل ہوسکتی ہے کیونکہ ہمیں از روئے علمِ حرکت معلوم ہے کہ گردش محوری کو بعینہٖ قوتوں کی مانند تحلیل کیا جاسکتا ہے۔ پس اگر ہم وق کے گرد $\frac{360^\circ}{ت}$ کی زاویئی رفتار کو وق پر کے ایک طول ول سے تعبیر کریں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ یہ گردش ان دو گردشوں سے تعبیر ہوتی

ہے ایک اُس گردش سے جو مشاہدہ کنندہ کے مقام میں سے گزرنے والے قطر کے گرد فرض کی جائے اور جو و م سے تعبیر ہوتی ہے اور دوسری وہ جو اس سمت کے علی القوائم قطر کے گرد فرض کی جائے اور جو و ن سے تعبیر ہوتی ہے ۔ لیکن

و م = و ل جم (۹۰ - لہ) = و ل جب لہ

پس ا پر کے مشاہدہ کنندہ کو اہتزازی رقاص کی سطح مستوی فی اکائی وقت ۳۶۰°/ت جب لہ زاویہ میں سے گھومتی معلوم ہوگی ، لہذا تکمیل دَور کا وقت

$$= \frac{۳۶۰}{\frac{۳۶۰}{ت} جب لہ} = \frac{ت}{جب لہ} = ت قم لہ$$

= (۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ) × قم لہ

فوکو کا تجربہ

۲۴ ۔ فوکو نے ایک بھاری لوہے کا گولا لیا اور اس کو ایک ۲۰۰ فٹ لمبے تار کے ذریعے پینتھیوں (پیرس کے ایک گرجے) کی چھت سے لٹکا دیا ۔ پھر اس کے نیچے ریت کی ایک گول مونڈیر اس طرح بنادی کہ گولے کے اہتزاز سے ایک سوئی جو گولے کے پیندے کے ساتھ لگی ہوئی تھی ریت میں نشان بنا سکے ۔ پھر ایک رسی کے ذریعہ گولے کو ایک طرف کھینچ لیا گیا اور جب گولا ساکن ہوگیا تو رسی جلا ڈالی گئی تا کہ گولا عین ایک سطح مستوی میں حرکت کر سکے ۔

ایسا کرنے سے معلوم ہوا کہ گولے کے اہتزاز سے ریت میں جو نشان بنتے تھے وہ ایک دوسرے پر عین منطبق نہیں ہوتے تھے بلکہ رقاص کی سطح مستوی سمت ساعت کے موافق بتدریج گھومتی ہوئی معلوم ہوتی تھی در اصل امرِ واقع یہ تھا کہ تمام کا تمام گرجا مع ریت اور مشاہدہ کنندہ کے مخالف سمت میں گھوم رہا تھا ۔

اس بڑے طول (۲۰۰ فٹ) کا تار اس لیے استعمال کیا گیا ہے کہ رقاص بہت آہستہ سے حرکت کرے اور ہوا سے بہت کم مزاحمت پیدا ہو سکے ۔ جس سے اس کی حرکت دیر تک قائم رہ سکے ۔ لمبے تار سے مدتِ اہتزاز کے بڑھ جانے کی وجہ یہ ہے کہ کسی رقاص کی

مدتِ اہتزاز رقاص کے طول کے جذر کے متناسب ہوتی ہے ۔ یعنی

$$ت = ۲\pi \sqrt{\frac{ل}{ج}}$$

پس رقاص کا طول جس قدر زیادہ رکھا جائے اتنی ہی ایک اہتزاز کی مدت زیادہ ہوگی ۔

اگر پیرس میں ایک رقاص کے اہتزاز کو اتنی دیر تک قایم رکھنا ممکن ہو جب تک کہ اس کی سطح مستوی ایک گردش پوری کرلے تو معلوم ہوگا کہ تکمیلِ دَور کے لیے ۳۲ گھنٹے کا وقفہ درکار ہوتا ہے ۔

ہم اس تجربی مشاہدہ کی توجیہہ کسی اَور بنا پر نہیں کر سکتے سوائے اس کے کہ زمین ایک محور کے گرد گردش کرتی ہے اور چونکہ خطِ استوا پر کوئی تبدیلی رونما نہیں ہے اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ یہ محور خطِ استوا پر عمود وار ہے ۔

بہت سے اَور بھی مناظر ہیں جو صرف زمین کی گردش کی بنا پر قابلِ توجیہہ ہیں، مثلاً تجارتی ہوائیں اور سمندر کی بعض مختلف روئیں، اسی طرح سے گرد باد جو جنوبی نصف کرہ میں سمتِ ساعت کے موافق اور شمالی نصف کرہ میں سمتِ ساعت کے مخالف گھومتے ہیں۔

مشقیں

۱ ۔ وہ چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جہاں ۲۴ گھنٹے کا دن یا ۲۴ گھنٹے کی رات ہو سکے ۔

جواب ۶۶° ۳۲′ شمال یا جنوب

۲ ۔ ۶۶° ۳۲′ شمال و جنوب پر سطح زمین پر کے دائروں کے کیا نام ہیں ۔

جواب: دائرہ باردہ شمالی و جنوبی ۔

۳ ۔ وہ بڑے سے بڑا عرض بلد شمالی یا جنوبی کیا ہے جہاں دوپہر کے وقت سورج عین سر کے اوپر ہو سکتا ہے ۔

جواب ۲۳° ۲۸′

۴ ۔ اُس مقام کا عرض بلد کیا ہے جس کے لیے استوائے سماوی اور افق منطبق ہوں ۔

جواب ۹۰°، قطبوں پر

۵ ۔ اُس مقام کا عرض بلد دریافت کرو جہاں طریق الشمس افق پر منطبق ہو ۔

جواب ۶۶° ۳۲′

۶ - اس کی کیا وجہ ہے کہ شہر ڈبلن میں کبھی بھی سورج عین سر کے اوپر دکھائی نہیں دیتا۔
۷ - اگر ۳۰° کے عرض بلد پر ایک رقاص کو جھلایا جائے تو بتاؤ کہ کتنے عرصہ میں رقاص پوری گردش کی تکمیل کریگا۔

یہاں مت = (۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ) × قم ۳۰°

= (۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ) × ۲

= (۴۷ گھنٹے ۵۲ منٹ)

۸ - بتاؤ کہ سطح زمین کے کس مقام پر کوئی جسم بلندی سے گرایا جائے اور مشرق کی طرف ہٹ کر نہ گرے۔

جواب - قطبوں پر

۹ - اگر ایک شخص مشرق کی طرف روانہ ہو کر کرہ زمین کے گرد سفر کرے تو اختتام سفر پر اُسے معلوم ہوگا کہ اُس کا ایک دن بچ گیا ہے اور برعکس اس کے اگر وہ مغرب کی طرف سفر کرے تو ایک دن کم پڑگیا ہے، اس امر کی توجیہہ کرو۔
۱۰ - اگر یہ فرض کرلیا جائے کہ کرۂ زمین کا نصف قطر ۴۰۰۰ میل ہے تو بتاؤ کہ ایک شخص شمال کی طرف کتنے میل سفر کرے کہ قطبِ سماوی کا ارتفاع ۱۰° ہو جائے۔

$$\text{یہاں } ۱° = \frac{۴۰۰۰ \times ۳٫۱۴۱۵۹ \times ۲}{۳۶۰}$$

$$\therefore ۱۰° = \frac{۱۰ \times ۴۰۰۰ \times ۳٫۱۴۱۵۹ \times ۲}{۳۶۰} = ۶۹۸٫۱۳ \text{ میل}$$

تیسرا باب

رصدگاہ

ہیئتی گھڑی

۲۵ - باب اول میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ ستارے قطب سماوی کے گرد یکساں رفتار سے اپنی ظاہری گردش کو جس مدت میں پورا کر لیتے ہیں وہ سورج کی ظاہری یومیہ گردش کی مدت سے تقریباً ۴ منٹ کم ہے ۔ موخر الذکر عرصہ (یا جسے زیادہ صحت کے ساتھ دوران سال میں اس عرصہ کی اوسط قیمت کہنا چاہیے) معمولی یوم تصور ہوتا ہے اور اوسط یوم شمسی سے موسوم ہے ۔ پھر اس کو ۲۴ اوسط شمسی گھنٹوں میں تقسیم کرتے ہیں ۔

اسی طرح سے وہ مدت جو ثابت ستاروں کو قطب کے گرد اپنی گردش کے مکمل کرنے میں صرف ہوتی ہے کوکبی یوم کہلاتی ہے ۔ اور یوم شمسی کی طرح ۲۴ کوکبی گھنٹوں میں منقسم ہوتی ہے جن کا شمار ۱ سے ۲۴ تک کیا جاتا ہے ۔ پس

۲۴ کوکبی گھنٹے = اوسط شمسی وقت کے ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۔

ہیئتی گھڑی کی رفتار ایسی ہوتی ہے کہ اس سے کوکبی وقت ظاہر ہوتا ہے اور چونکہ کوکبی دن اُس وقت شروع ہوتا ہے جب کہ راس الحمل نصف النہار پر ہو اس لیے اس وقت گھڑی ۔ گھنٹے ۔ منٹ ۔ سکنڈ پر ہونی چاہیے ۔ اب یہ گھڑی ۲۴ تک کوکبی گھنٹے ظاہر کریگی اور اس وقفہ کے بعد دوسرا مرور واقع ہوگا ۔

تعریف - پس کسی آن میں کوکبی وقت سے وہ وقفہ تعبیر ہوتا ہے جو راس الحمل کے گذشتہ مرور سے لے کر آنِ مذکور تک گزرا ہو جب کہ اس وقفہ کو کوکبی گھنٹوں، منٹوں، وغیرہ

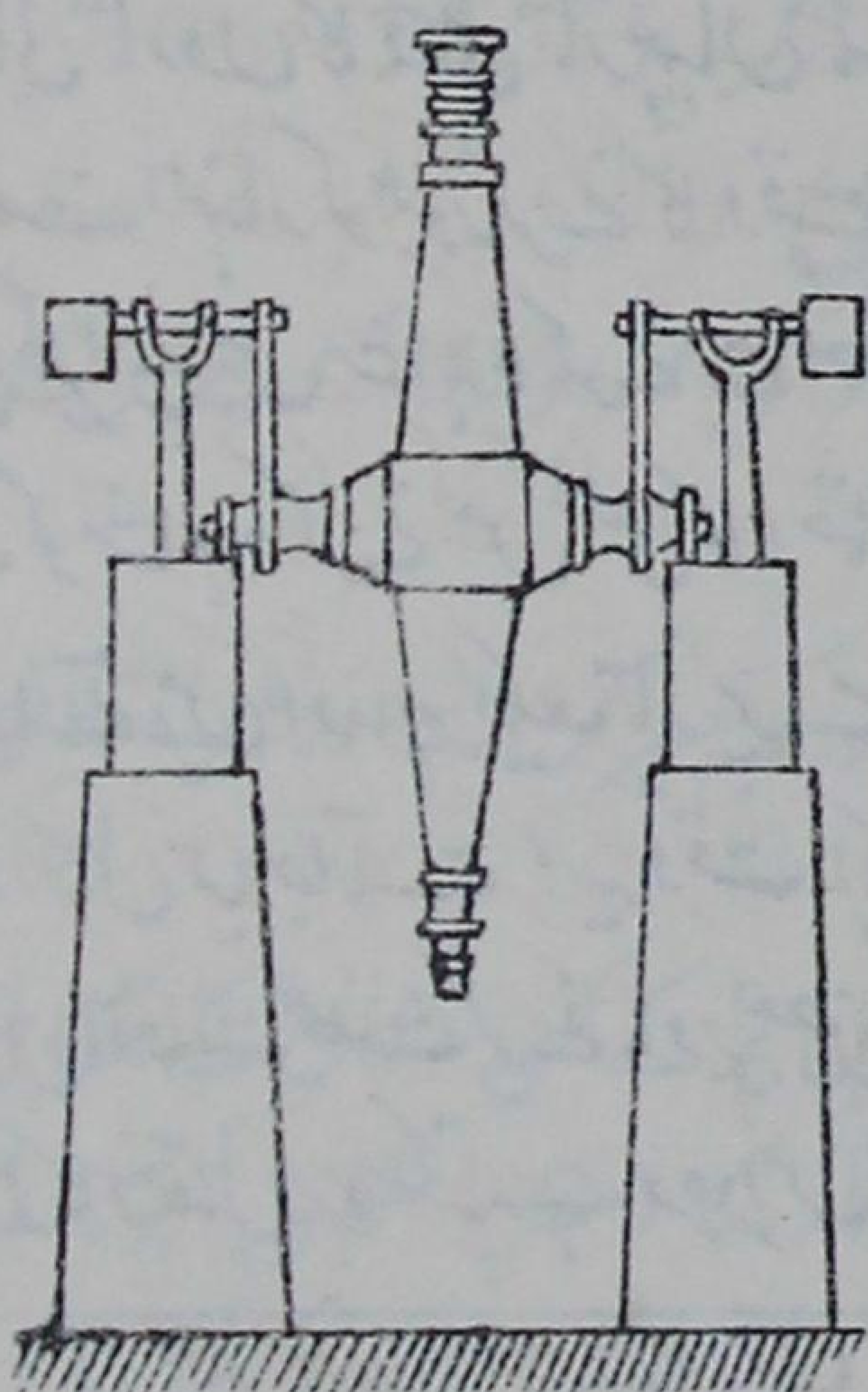
میں بیان کیا جائے۔

چونکہ اجرامِ فلکی کے صعودِ مستقیم راس الحمل سے استوا پر مشرق کی طرف ناپے جاتے ہیں اس لیے ظاہر ہے کہ وہ ستارے جن کا صعودِ مستقیم کم ہے اُن ستاروں کی نسبت جن کا صعودِ مستقیم زیادہ ہے جلد نصف النہار پر آجائیں گے۔ دراصل صعودِ مستقیم کے ۳۶۰° ۲۴ کوکبی گھنٹوں کے متناظر ہوتے ہیں ایک کوکبی گھنٹہ ۱۵° کو تعبیر کرتا ہے۔ لہذا صعودِ مستقیم کو درجوں میں ظاہر کرنے کی بجائے وقت میں بھی ظاہر کر سکتے ہیں اور موخر الذکر پیمانہ پہلے پیمانہ کو ۱۵ پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔ پس ہم کسی جرمِ فلکی کے صعودِ مستقیم کی تعریف یوں بھی کر سکتے ہیں کہ یہ جرمِ مذکور کے نصف النہار سے گزرنے تک کے کوکبی وقت کو تعبیر کرتا ہے۔

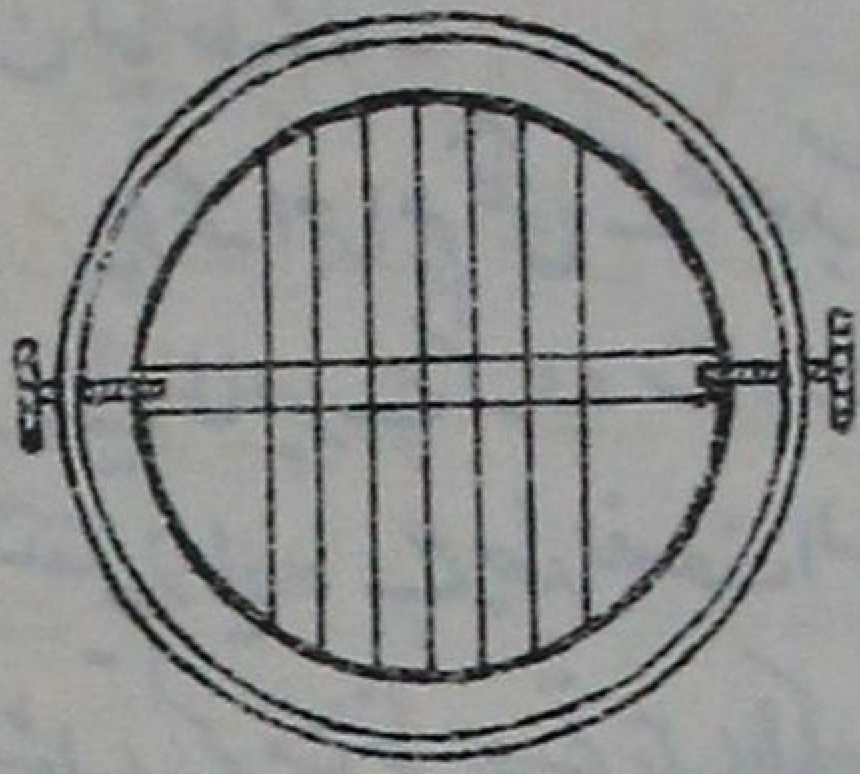
کسی آن میں راس الحمل (دیکھو دفعہ ۱۴) کا ساعتی زاویہ جسے ۱۵ پر تقسیم کرنے سے وقت میں تحویل کر سکتے ہیں صریحاً آنِ مذکور میں کوکبی وقت کو تعبیر کرتا ہے۔

آلہ مُرور

۲۶ - یہ آلہ کسی جرمِ فلک کے نصف النہار سے گزرنے کی ٹھیک آن معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ اس میں ایک دُوربین ہوتی ہے جو افقی محور کے ساتھ استوار طور پر پیوستہ ہوتی ہے۔ اس افقی محور کے سروں پر اسطوانہ کی شکل کی مساوی قطر کی دو چولیں لگی ہوتی ہیں جو پتھر کے دو مستحکم پشتوں میں جڑے ہوئے دو خانوں کے اندر حرکت کرتی ہیں۔ اس غرض کے لیے کہ خانوں پر چُولوں کے دباؤ کو کم کر کے چُولوں اور خانوں کو گھِسنے سے محفوظ رکھا جائے دُوربین کے وزن کا بڑا حصہ دو بیرموں کی مدد سے سہارا ہوا ہوتا ہے جن میں سے ہر ایک کے ایک سرے پر وزن بندھا ہوتا ہے اور دوسرا سرا متذکرۂ بالا چُولوں کے ساتھ پیوستہ ہوتا ہے (دیکھو شکل ۱۳)۔



شکل ۱۳



شکل ۱۴ ا

دُوربین کے دہانہ کے صدر ماسکہ کی سطح مستوی میں پانچ یا سات یا اس سے زیادہ نہایت باریک انتصابی تاروں (شکل ۱۴ ا) کا جو کہ ایک دوسرے سے مساوی فاصلہ پر لگے ہوتے ہیں ایک جال سا بنا ہوتا ہے - ان تاروں پر عمود وار دو اور نہایت باریک اُفقی تار ہوتے ہیں اور میدانِ منظر کے اندر کسی ستارے یا دوسرے جرم فلکی کا راستہ ان تاروں کے عین بیچوں بیچ ان کے متوازی ہوتا ہے۔

چونکہ دہانہ کا صدر ماسکہ اسی سطح مستوی میں ہے جس میں تار تنے ہوئے ہیں اس لیے تار اور وہ ستارہ جس کا ہم مشاہدہ کر رہے ہیں دونوں بہ آنِ واحد دکھائی دے سکتے ہیں۔ آلہ کو ٹھیک وضع میں ترتیب دینے کے لیے تاروں کے اس جال کو پیچوں کے ذریعہ مختلف سمتوں میں حرکت دے سکتے ہیں۔ جب آلۂ مذکور رات کے وقت استعمال کیا جاتا ہے تو تاروں کو روشن کرنا ضروری ہوتا ہے۔ ایسا کرنے کے لیے ایک اُسطوانی چُول کے مقابل ایک لیمپ رکھ دیا جاتا ہے جس کی رُوشنی آئینوں کے ذریعے نلی میں سے گزر کر تاروں پر منعکس ہوتی ہے۔

مشاہدہ کنندہ کا مقصد یہ ہوتا ہے کہ دُوربین کو اس طرح ترتیب دیا جائے کہ انتصابی تاروں کا وسطی تار جہاں تک ممکن ہو نصف النہار پر منطبق ہو۔ پس کسی ستارے کے نصف النہار کو عبور کرنے کا وقت ستارۂ مذکور کے اس تار پر سے گزرنے کے وقت کو ہیئتی گھڑی میں مشاہدہ کرنے سے معلوم ہو سکتا ہے لیکن چونکہ ایک تار کے عبور کرنے کے وقت کو مشاہدہ کرنے میں غلطی کا احتمال ہمیشہ باقی رہتا ہے اس لیے عموماً سات تار استعمال کیے جاتے ہیں اور ہر ایک تار پر سے عبور کرنے کے وقت کو مشاہدہ کر کے سب اوقات کا اوسط نکال لیا جاتا ہے، یہ وقت ایک مشاہدہ کے وقت سے زیادہ صحیح ہوگا کیونکہ مشاہدہ کنندہ کے بعض اوقات عجلت کرنے اور بعض اوقات تاخیر کرنے سے جن مثبت اور منفی اغلاط کے وقوع کا احتمال ہو سکتا ہے وہ اِس عمل سے دُور ہو جاتی ہیں۔

---

۱ اس باب کے بعض حصول میں اختصار کی غرض سے دو اُفقی تاروں کی بجائے صرف ایک اُفقی تار کا ذکر کیا گیا ہے، اس تار کو مذکورۂ بالا تاروں کے درمیان لگا ہوا فرض کرنا چاہیے۔

خطِ توازی گری - جب دُوربین کے دہانہ کے صدر ماسکہ پر کسی شے کا خیال بنتا ہے تو دُوربین کے اندر یہ خیال جس سمت میں نظر آتا ہے وہ سمت وہی ہوتی ہے جس میں کہ یہ شے برہنہ آنکھ سے درحقیقت دکھائی دیتی ہے - یہ خط جس میں کہ دُوربین سے شے مذکور نظر آتی ہے خطِ توازی گری کہلاتا ہے - عملی طور پر اس کی تعریف یوں بھی کی جا سکتی ہے کہ کسی دُوربین کے خطِ توازی گری سے وہ خط مراد ہے جو دہانہ کے مناظری مرکز کو بیچ کے انتصابی تار کے اس وسطی نقطہ سے وصل کرتا ہے جو افقی تاروں کے عین درمیان واقع ہے -

توازی گری، افقیت یا لیول کی اور انحرافی خطائیں اور اُن کے لحاظ سے آلہ کی ترتیب

۲۷ - ہر آلۂ مُرور کی ٹھیک ترتیب کے لیے ذیل کے تین شرایط کی تکمیل ضروری ہے :-

(۱) خطِ توازی گری دُوربین کے محورِ گردش پر عمود وار ہونا چاہیے -

(۲) محورِ گردش افق کے متوازی ہونا چاہیے -

(۳) افقی محور کی سمت شرقاً غرباً ہونی چاہیے اور بناءً علیہ خطِ توازی گری کی سمت شمالاً جنوباً ہونی چاہیے -

پس شرائطِ بالا کے متناظر ہر آلہ میں تین طرح کی خطائیں ہوتی ہیں :-

(۱) خطائے توازی گری (۲) لیول کی خطا (۳) انحرافی خطا اور اُن کو رفع کرنے کے لیے ہمیں اُن کی مناسبت سے آلہ کو تین طرح سے ٹھیک کرنا پڑتا ہے -

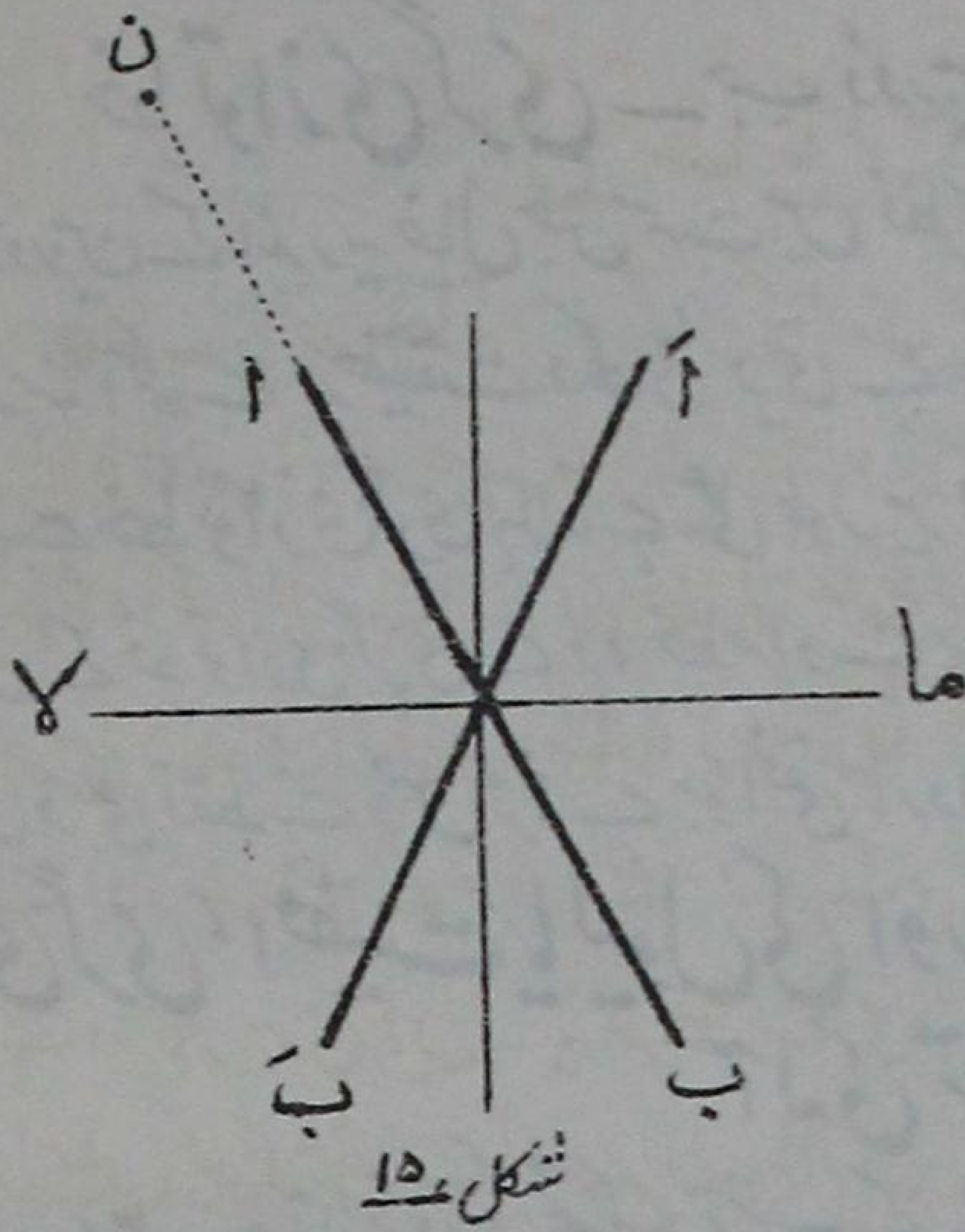
خطائے توازی گری

خطِ توازی گری اور دُوربین کے محور کا درمیانی زاویہ، زاویۂ قائمہ سے جس قدر کم ہو اس کو خطائے توازی گری کہتے ہیں -

فرض کرو کہ لا ما دُوربین کی گردش کے محور کو تعبیر کرتا ہے اور اب خطِ توازی گری ہے جو لا ما پر عمود وار نہیں ہے -

نیز فرض کرو کہ دُوربین کسی دُور کی شے یا زمین پر کے کسی نشان کے مقابل لگائی گئی ہے اور ن شے مذکور کا وہ نقطہ ہے جو انتصابی تار کے وسط پر منطبق ہوتا ہے - اب دُوربین کو مع گردش کے محور کے اس طرح اُلٹ دو کہ دائیں طرف کی چُول بائیں طرف کے خانہ میں بیٹھ جائے اور بائیں طرف کی دائیں خانہ میں - اگر نقطہ ن اب بھی بیچ کے

انتصابی تار کے وسط پر منطبق ہو تو سمجھ لینا چاہیے کہ کوئی خطائے توازی گری نہیں ہے ورنہ دُوربین اُلٹ دینے کے بعد دوسرے مقام اَبَ پر آجائیگی اور عمودی سمت کے ساتھ دوسری جانب اتنا ہی زاویہ بنائیگی - اس صورت میں خطائے توازی گری اب اور اَبَ کے درمیانی زاویہ کے نصف سے تعبیر ہوگی -



شکل ۱۵

اِس غلطی کی تصحیح کے لیے پیچوں کے ذریعہ انتصابی تاروں کو اس طرح حرکت دینا چاہیے کہ وسطی تار دُوربین کو اُلٹنے سے پہلے اور بعد میں ایک ہی نقطہ پر منطبق ہو - اس طرح سے آلہ کو ٹھیک کرلینے کے بعد ہم جانتے ہیں کہ خطِ توازی گری آسمان میں ایک دائرۂ کبیر کو مُرتسم کرتا ہے - باقی ماندہ دو خطاؤں کی تصحیح کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ یہ دائرۂ کبیر نصف النہار پر منطبق ہو -

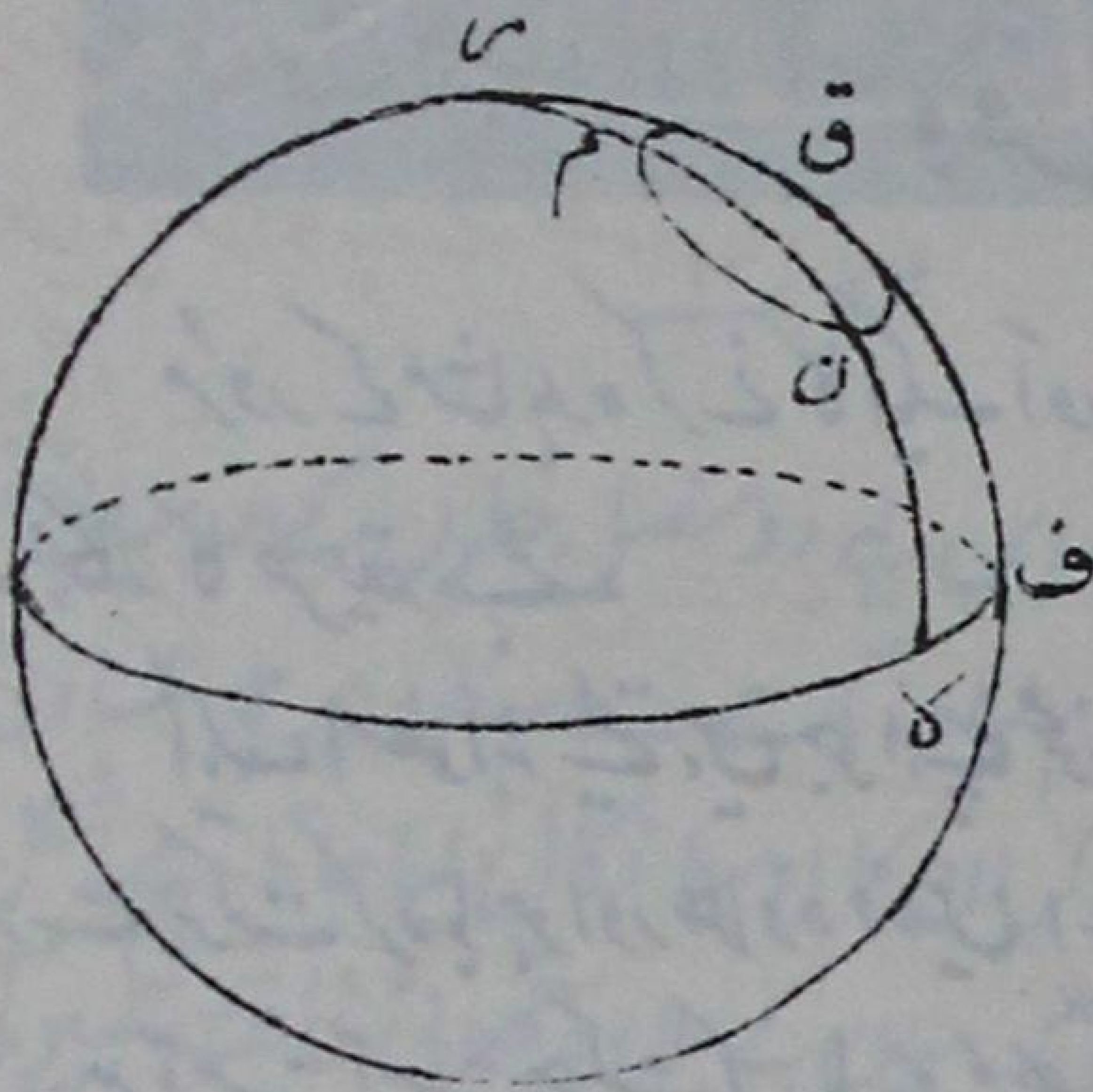
خطائے اُفقیت

۳۸ - یہ خطا گردش کے محور کے متوازی الافق نہ ہونے سے پیدا ہوتی ہے - اِس تصحیح کے لیے ایک اُفق نما سے کام لیا جاتا ہے، جو اتنا لمبا ہوتا ہے کہ محور کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک پہنچ سکے - اس آلہ کو آنکڑوں کے ذریعہ جو محور پر لگے ہوتے ہیں لٹکادیتے ہیں اور اس کے حباب کا مقام اِس سے متصل ایک پیمانہ پر پڑھ لیتے ہیں پھر افق نما کی سمت کو بدل کر دیکھتے ہیں کہ حبابِ مذکور کے مقام میں کوئی تبدیلی تو نہیں ہوتی - اگر حباب اسی مقام پر رہے تو سمجھ لینا چاہیے کہ دُوربین کا محور متوازی الافق ہے ورنہ محور کے سروں کو پیچوں کے ذریعہ حسبِ ضرورت اونچا نیچا کر کے محور کو متوازی الافق بنا لینا چاہیے -

اس تصحیح کے بعد ہم جان سکتے ہیں کہ خطِ توازی گری محض ایک کبیر دائرہ ہی نہیں بناتا بلکہ یہ کبیر دائرہ نقطہ راس میں سے گزرتا ہے یا بالفاظِ دیگر انتصابی ہے -

انحرافی خطا یا السمت کی خطا

۲۹ ۔ یہ خطا خطِ توازی گری کی سمت عین شمالاً جنوباً نہ ہونے سے پیدا ہوتی ہے، اس لیے پیچ کا انتصابی تار نصف النہار پر منطبق نہیں ہوگا بلکہ کسی اور انتصابی خط مثلاً سما لا پر منطبق ہوگا (دیکھو شکل ۱۶)۔ اس خطا کو معلوم کرنے کے لیے ہمیں اُن مدتوں کو مشاہدہ کرنا چاہیے جو کسی ابدی الظہور ستارہ (یا ترجیحاً قطبی ستارہ) کے اوپر کے مُرور سے نیچے کے مُرور تک اور پھر نیچے کے مُرور سے اوپر کے مُرور تک درکار ہوتی ہیں۔ یہ عرصے مساوی ہونے چاہییں کیونکہ نصف النہار اس دائرہ کی جو یہ ستارہ قطب کے گرد بناتا ہے تنصیف کرتا ہے۔ اگر یہ عرصے برابر نہ ہوں تو خطِ توازی گری نصف النہار پر منطبق نہ ہوگا اور ستارہ مذکور م اور ن پر مُرور کرتا معلوم ہوگا (دیکھو شکل ۱۶)۔



شکل ۱۶

اِس خطا کی تصحیح کے لیے محور کے ایک سرے کو افق کے متوازی ایک پیچ کے ذریعہ اس طرح حرکت دینا چاہیے کہ متذکرۂ بالا وقفے باہم مساوی ہو جائیں۔

مشاہدۂ مُرور ۔ نظر و سماعت کا طریقہ

۳۰ ۔ چونکہ منظر کے میدان پر سے ستارہ کی ظاہری گردش دُوربین کے ذریعہ بڑے پیمانہ پر دکھائی دیتی ہے اس لیے مشاہدہ سے معلوم ہوگا کہ ایک سکنڈ کے شروع میں تو ستارۂ مذکور انتصابی تار کے ایک طرف معلوم ہوتا ہے اور اس کے بعد اس کے ختم ہونے سے پہلے تار کے دوسری جانب دکھائی دیتا ہے۔ بایں ہمہ مشاہدہ کرنے والا اگر ماہرِ فن ہو تو ستارۂ مذکور کے تار پر سے گزرنے کی ٹھیک آن کو ایک سکنڈ کی بہت چھوٹی کسر تک بھی صحیح معلوم کر لے سکتا ہے۔ جب ستارہ منظر کے میدان میں آتا ہے تو وہ گھڑی کو دیکھ کر گھنٹے اور منٹ قلبند کر لیتا ہے اور پھر اپنے مشاہدات کو چھوڑے بغیر گھڑی کی آواز سے ہی

سکنڈوں کی تعداد کو زبانی گنتا جاتا ہے۔ بعد ازیں سکنڈ کے شروع ہونے کے وقت تار کے ایک طرف ستارہ کے خیال کا فاصلہ، اور اس سکنڈ کے اختتام پر تار کے دوسری جانب ستارۂ مذکور کے خیال کا فاصلہ مشاہدہ کر کے ان دونوں کی نسبت سے تار پر سے گزرنے کے ٹھیک وقت کی تعیین کر سکتا ہے۔ اس قسم کا مشاہدہ ساتوں تاروں کے لحاظ سے کیا جاتا ہے اور حسبِ تشریح بالا اِن مشاہدات کا اوسط نکال لیا جاتا ہے۔

اس طریقہ کو "نظر و سماعت کا طریقہ" کہتے ہیں۔

وقت نگار

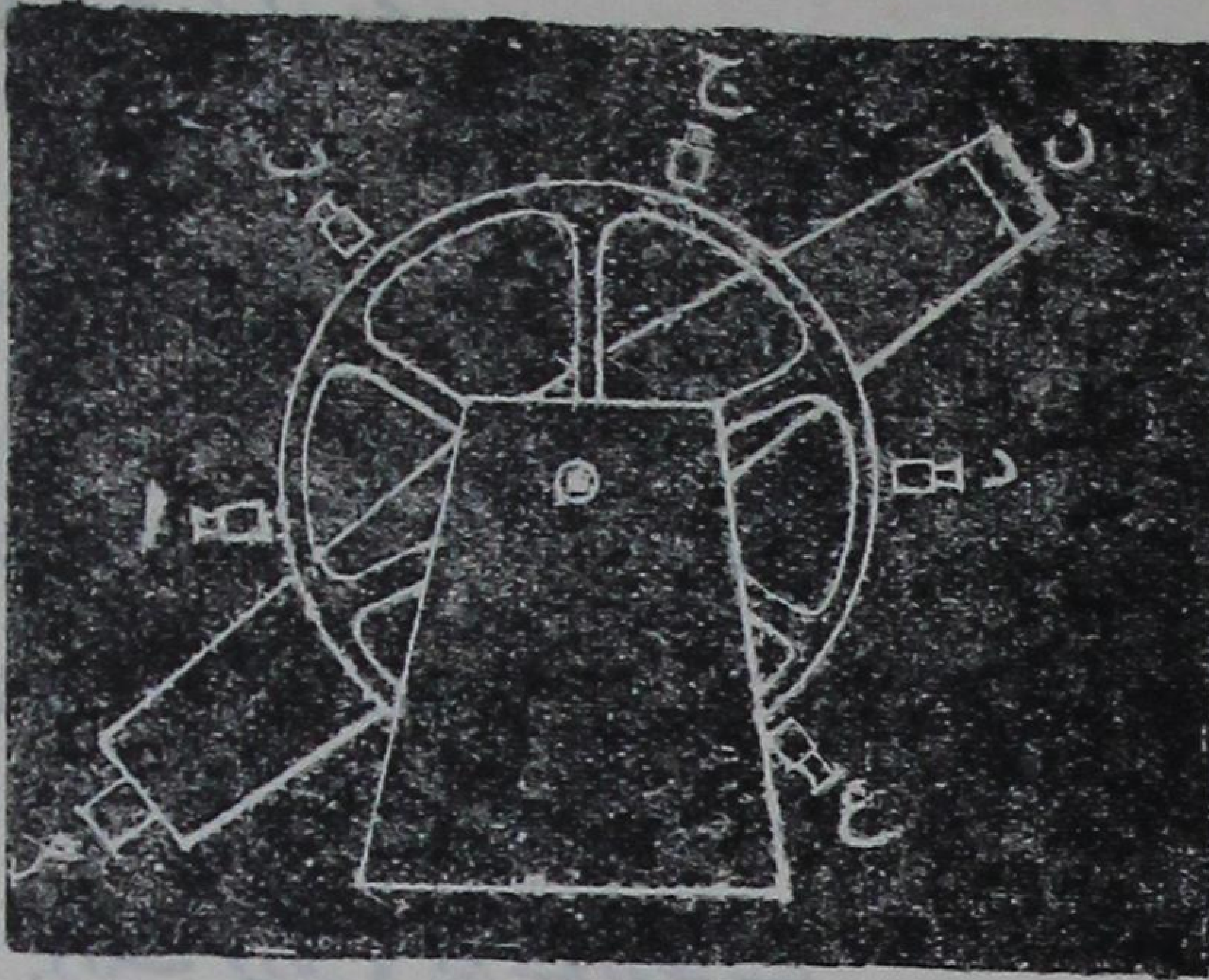
مُرور کے مشاہدہ کرنے کا ایک اور طریقہ جو آج کل زیادہ مقبول ہوتا جاتا ہے وقت نگار کا طریقہ ہے۔

ایک اسطوانہ لیتے ہیں جو اپنے محور (فرض کرو کہ یہ محور انتصابی ہے) کے گرد یکساں رفتار سے حرکت کر رہا ہو اور علاوہ ازیں اپنے طول کی سمت یعنی انتصابی سمت میں بھی یکساں رفتار سے آہستہ آہستہ حرکت کر رہا ہو، پھر گھڑی کو اس طرح ترتیب دیتے ہیں کہ اس کی ہر ایک ٹِک پر ایک برقی رَو منقطع ہو کر مذکورۂ بالا اسطوانہ کے گرد لپیٹے ہوئے ایک کاغذ پر ایک نقطہ کا نشان مرتسم کر دیتی ہے۔ ظاہر ہے کہ ایک ایک سکنڈ کے بعد جو نشان اس طرح مرتسم ہونگے وہ اسطوانہ پر ایک پیچ کی شکل میں مساوی فاصلوں پر واقع ہونگے۔

مشاہدہ کنندہ ایک تار پر سے مُرور کے وقت ایک بٹن کو دبا دیتا ہے جس سے سکنڈوں کے نشانات کے علاوہ ایک اور نشان کاغذ پر مُرتسم ہو جاتا ہے۔ موخر الذکر نشان کے مقام کو اُن نشانات کے لحاظ سے جو اس نشان کے عین پہلے اور بعد میں گھڑی کے سکنڈوں کے جواب میں مرتسم ہوتے ہیں ملاحظہ کرنے سے بذریعہ پیمائش ایک سکنڈ کی چھوٹی کسر تک مرور کا صحیح وقت معلوم ہو سکتا ہے۔

نصف النہاری دائرہ

۳۱ - نصف النہاری دائرہ جس کو بعض اوقات دائرۂ مُرور بھی کہتے ہیں آلۂ مُرور م ن پر مشتمل ہوتا ہے جس کا ہم اوپر ذکر کر چکے ہیں (دیکھو شکل ۱۷)۔



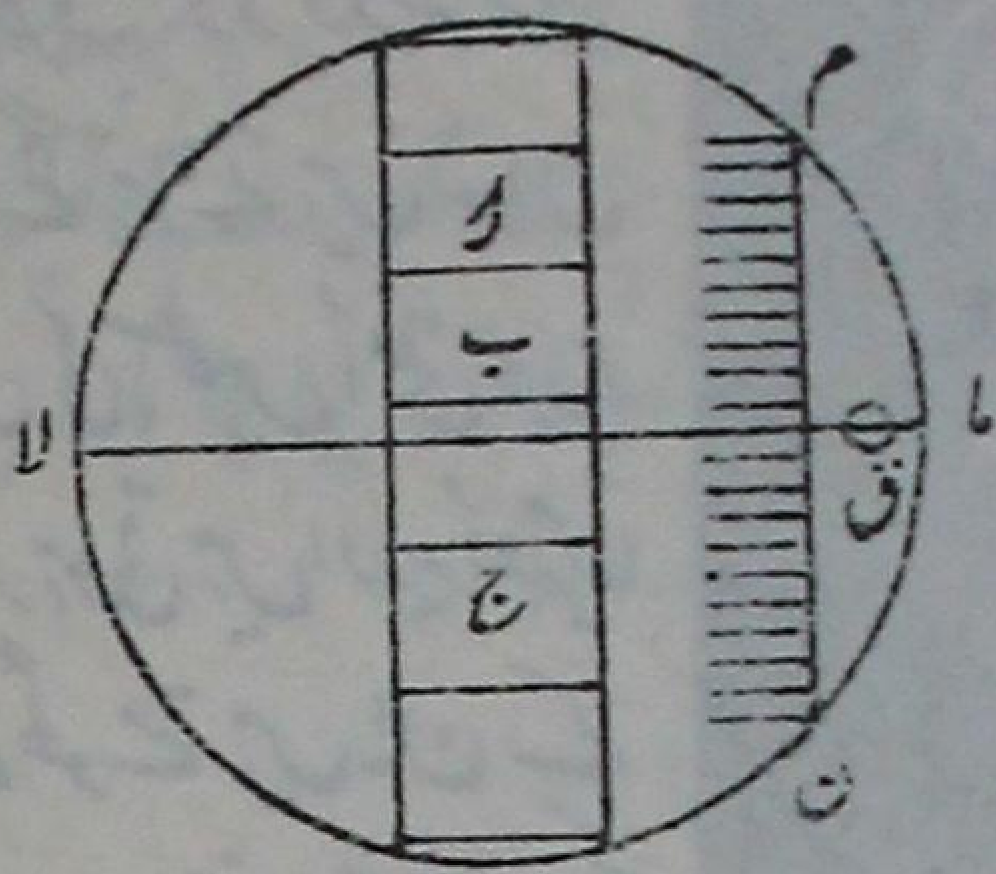
شکل ع ۱۷

لیکن اس میں دُوربین کے دونوں طرف دو درجہ دار دائرے لگے ہوتے ہیں۔ اِن دائروں کی سطحیں اُفقی محور پر عمود وار ہوتی ہیں اور یہ دُوربین کے ساتھ گھومتے ہیں۔ ان کے کناروں پر پانچ پانچ منٹوں کے فاصلہ پر نہایت باریک خط کھنچے ہوتے ہیں، چونکہ حیلی طریقہ سے زیادہ چھوٹے حصوں میں تقسیم کرنا مشکل ہے اِس لیے دو متصل خطوں کے درمیانی منٹوں اور سکنڈوں کے معلوم کرنے کے لیے خُردبین سے کام لیا جاتا ہے۔ عام طور پر چھ متساوی الفصل خُردبینیں استعمال کی جاتی ہیں اور سب کو پڑھ کر ان کا اوسط نکال لیا جاتا ہے۔ شکل بالا میں یہ خُردبینیں ا، ب، ج، وغیرہ سے تعبیر کی گئی ہیں۔ اِن کے علاوہ چھوٹی طاقتِ تکبیر کی ایک اَور خُردبین بھی استعمال کی جاتی ہے جس کو نمایندہ کہتے ہیں اور جو پانچ پانچ منٹ فصل کے متناظر درجے اور نشان پڑھنے میں کام آتی ہے۔ یہ سب دُوربینیں ثابت ہوتی ہیں، اس لیے جب دائرے گردش کرتے ہیں تو اِن کے کناروں پر کے نشانات ان دُوربینوں میں سے ہر ایک کے میدانِ منظر کے سامنے سے گزرتے ہیں۔ جب خطِ توازی گری سمتِ راس میں ہوتو نمایندہ خُردبین صفر کے نشان پر رہتی ہے۔

نشانات پڑھنے کی خُردبینیں

اِن چھ خُردبینوں میں سے ہر ایک کے دہانہ کی ماسکی سطح مستوی میں دھات کا ایک چھوٹا پیمانہ م ن لگا ہوتا ہے جس پر نہایت باریک لکیریں منقوش ہوتی ہیں، اِس پیمانہ کو کنگھی کہتے ہیں۔ یہ پیمانہ اور دائرہ پر کے نشانات دونوں منظر کے میدان میں ایک ساتھ دکھائی دیتے ہیں جیساکہ شکل ع ۱۸ میں دکھایا گیا ہے۔ درجہ دار دائرہ کے ہر وقفہ ا ب کے مقابل کنگھی کی پانچ نوچیں یا لکیریں ہوتی ہیں گویا ہر ایک نوچ

ایک منٹ کو تعبیر کرتی ہے۔



شکل ۱۸

درمیانی نوج کو ظاہر کرنے کے لیے پیمانہ میں ایک چھوٹا سوراخ ق ہوتا ہے اور جب نمائندہ خُردبین دائرے کے کسی نشان کے مقابل ہو تو ق بھی کسی نہ کسی نشان کے مقابل ہوگا۔ علاوہ ازیں ایک نہایت باریک تار لا ما منظر کے میدان میں تنا ہوتا ہے جو ایک خُردہ پیما پیچ کے ذریعہ اپنے متوازی حرکت کرسکتا ہے۔

اِس پیچ کا سرا ۶۰ مساوی حصوں میں منقسم ہوتا ہے۔ اِس پیچ کے ۵ چکر تار کو درجہ دار دائرہ کے ایک وقفہ ا ب میں سے منتقل کرتے ہیں، اس لیے

۵ چکر پیچ کے = ۵′ درجہ دار دائرہ کے

∴ ۱ چکر پیچ کا = ۱′ ″

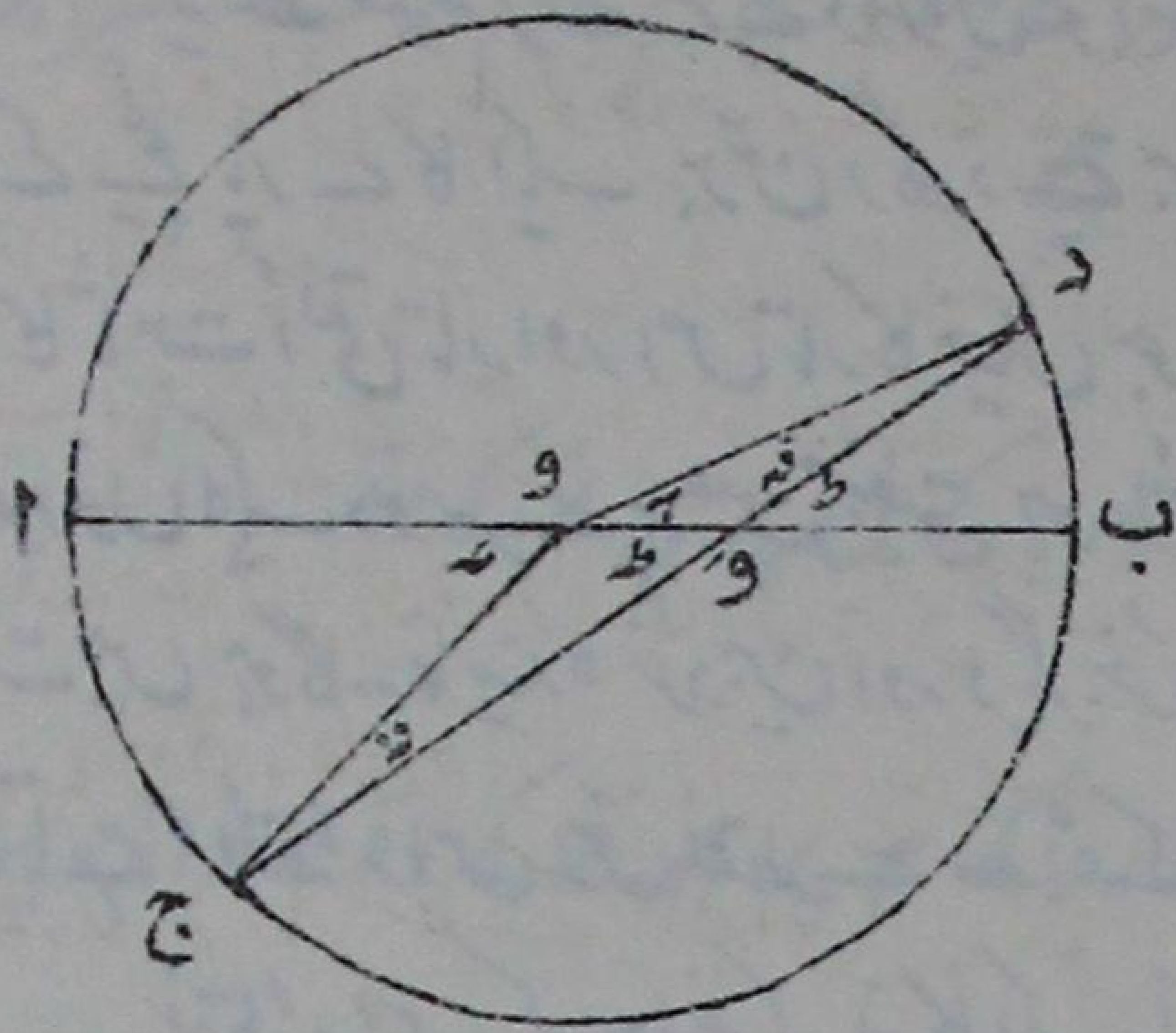
∴ ۱ فصل پیچ کا = ۱″ ″

اب فرض کرو کہ ہم کسی محل میں دائرہ کی قرأت لینا چاہتے ہیں۔ نمایندہ خُردبین سے قرأت سرسری طور پر ۵′ کے وقفوں میں حاصل ہوتی ہے۔ اوپر کے منٹوں کی تعداد کنگھی میں مرکزی نوچ ق سے پہلے کے درجہ (فرض کرو) ج تک نوچوں کی جو تعداد ہے اُس سے حاصل ہوتی ہے۔ عنکبوتی تار کو پہلے نوچ سے ج پر لانے کے لیے پیچ کے سرے کو جتنے فصلوں میں سے گھمانا پڑتا ہے اس سے سکنڈوں کی تعداد ظاہر ہوتی ہے۔

خروج المرکزی خطا ایک ہی قُطر کے سروں کے دو نقطوں پر خُردبین کو پڑھنے سے رفع ہو جاتی ہے

۴۲ - خروج المرکزی خطا درجہ دار دائرہ کے کسی ایسے نقطہ کے گرد گھومنے سے

پیدا ہوتی ہے جو کہ اس کا مرکز نہ ہو۔
یہ خطا ایک ہی قطر کے سروں کے
دو نقطوں پر دُور بین کو پڑھ کر اوسط
لے لینے سے رفع ہو جاتی ہے۔ فرض کرو
کہ دائرہ شکل ۱۹ کا مرکز و ہے اور
وَ وہ نقطہ ہے جس کے گرد دائرہ گردش
کرتا ہے یعنی خط ا ب مقام ج د پر
آجاتا ہے، اب اگر مقابل جانبوں پر
قوسوں اج اور ب د کے محاذی
مرکز پر زاویے عہ اور بہ پڑھے جائیں تو ہمیں یہ ثابت کرنا ہے کہ عہ اور بہ کا اوسط
طہ کے مساوی ہے۔



شکل ۱۹

اقلیدس (م ۱، ش ۳۲) کی رُو سے

بہ + فہ = طہ

∴ بہ = طہ − فہ

نیز عہ = طہ + فہ

∴ عہ + بہ = ۲طہ

∴ طہ = $\frac{\text{عہ + بہ}}{۲}$

نصف النہاری دائرہ پر نقطۂ راس کی تعین

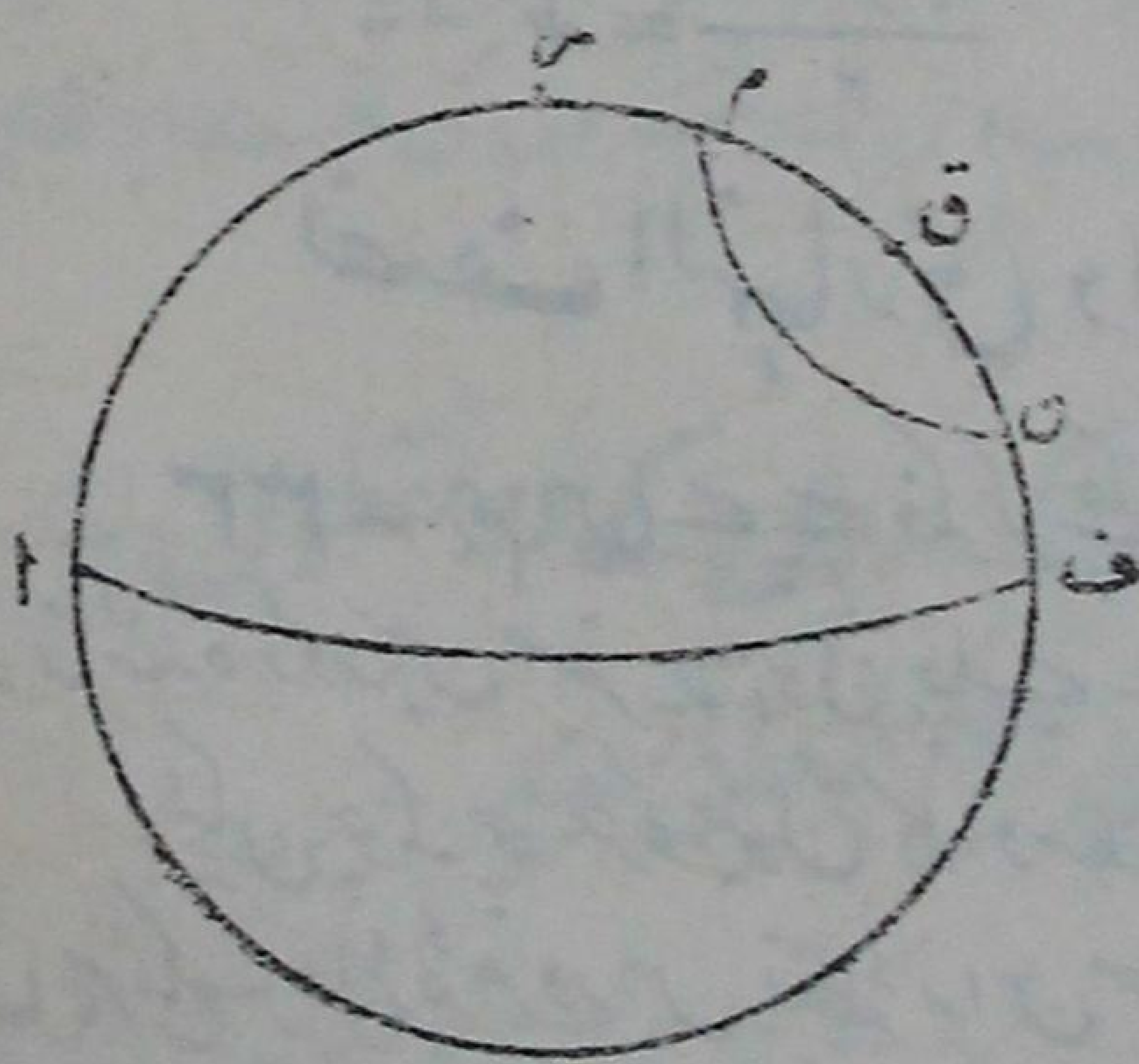
۴۳ – ہم اس سے پہلے ذکر کر چکے ہیں کہ جب خطِ توازی گری سمتِ راس میں ہو تو نمائندہ دُوربین صفر پر ہونی چاہیے۔
لیکن چونکہ چھ خُردبینوں کا اوسط اس کے ساتھ ہی بالعموم صفر نہیں ہوتا اس لیے ہمیں ہر ایک دائرۂ مرور میں نقطۂ راس معلوم کر لینا چاہیے۔ یعنی یہ معلوم کر لینا چاہیے کہ نقطۂ راس کے مقابل دائرہ پر کونسا نشان ہے۔

یہ نقطہ معلوم کرنے کے لیے دُوربین کو انتصاباً سمتِ شاقولی میں لگا دیتے ہیں۔ اور اس کے نیچے پارے کا ایک برتن رکھ دیتے ہیں، پھر اس کو اس طرح حرکت دیتے ہیں کہ اس کا ثابت اُفقی تار اور اس تار کا خیال جو پارے کی سطح سے انعکاس کے بعد حاصل ہوتا ہے دونوں ایک دوسرے پر عین منطبق ہو جائیں۔ تب خطِ توازی گری عین نقطہ نظیر الراس کی سمت میں ہوگا۔ نمایندہ خردبین اور دیگر خردبینوں کو پڑھنے سے نظیر الراس کا نقطہ حاصل ہو جاتا ہے، نقطۂ راس اس نقطہ سے ۱۸۰° کے فاصلہ پر ہے۔

نقطۂ راس کے معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ بھی ہے، قطبی ستارہ کو جو بوجہ بطی السیر کے دیر تک منظر کے میدان میں رہتا ہے مشاہدہ کرتے ہیں اور جب ستارہ اُفقی تار پر آتا ہے تو خردبین کو پڑھ لیتے ہیں۔ اب دُوربین کو اتنا نیچا کرتے ہیں کہ پارے کے ایک ظرف سے منعکس ہو کر ستارۂ مذکور کا خیال اُفقی تار پر منطبق ہوتا ہے اور پھر خردبین کو پڑھ لیتے ہیں۔ چونکہ ان دونوں محلوں میں دُوربین اُفق سے اوپر اور نیچے مساوی زاویے بناتی ہے اس لیے ان دونوں قراءتوں کے اوسط سے افقی نقطہ حاصل ہوتا ہے اس افقی نقطہ سے صریحاً ۹۰° کے فاصلہ پر نقطۂ راس ہے۔

یہ بھی ظاہر ہے کہ کسی ستارہ کی سمت اور پارے کی سطح سے انعکاس کے بعد اس کے خیال کی سمت کا فرق، ستارۂ مذکور کے نصف النہاری ارتفاع کو تعبیر کرتا ہے۔

نصف النہاری دائرہ پر قطبی نقطہ



شکل ۱۹-ا

۳۳و۔ قطبی نقطہ معلوم کرنے کے لیے یعنی یہ معلوم کرنے کے لیے کہ جب دُوربین قطب کی سمت میں لگائی جائے تو نصف النہاری دائرہ کی قراءت کیا ہوتی ہے۔ ہم کسی ابدی الظہور ستارہ کے مُرورِ بالا اور مُرورِ زیریں کو مشاہدہ کرتے ہیں اور دونوں صورتوں میں نصف النہاری دائرہ کو پڑھ لیتے ہیں۔

مثلاً اگر مرور کے وقت ستارۂ مذکور کے مقامات م اور ن سے تعبیر ہوں تو

ق م = ق ن = ستارہ کا قطبی فاصلہ = △

فرض کرو کہ قطبی نقطہ = لا

تب لا + △ = وہ نشان جو کہ ستارہ کے ن پر ہونے کے وقت دائرہ پر پڑھا جاتا ہے۔

اور لا ـ △ = وہ نشان جو کہ ستارہ کے م پر ہونے کے وقت دائرہ پر پڑھا جاتا ہے۔

پس قطبی نقطہ لا = دائرہ کے دونوں مقامات کا اوسط

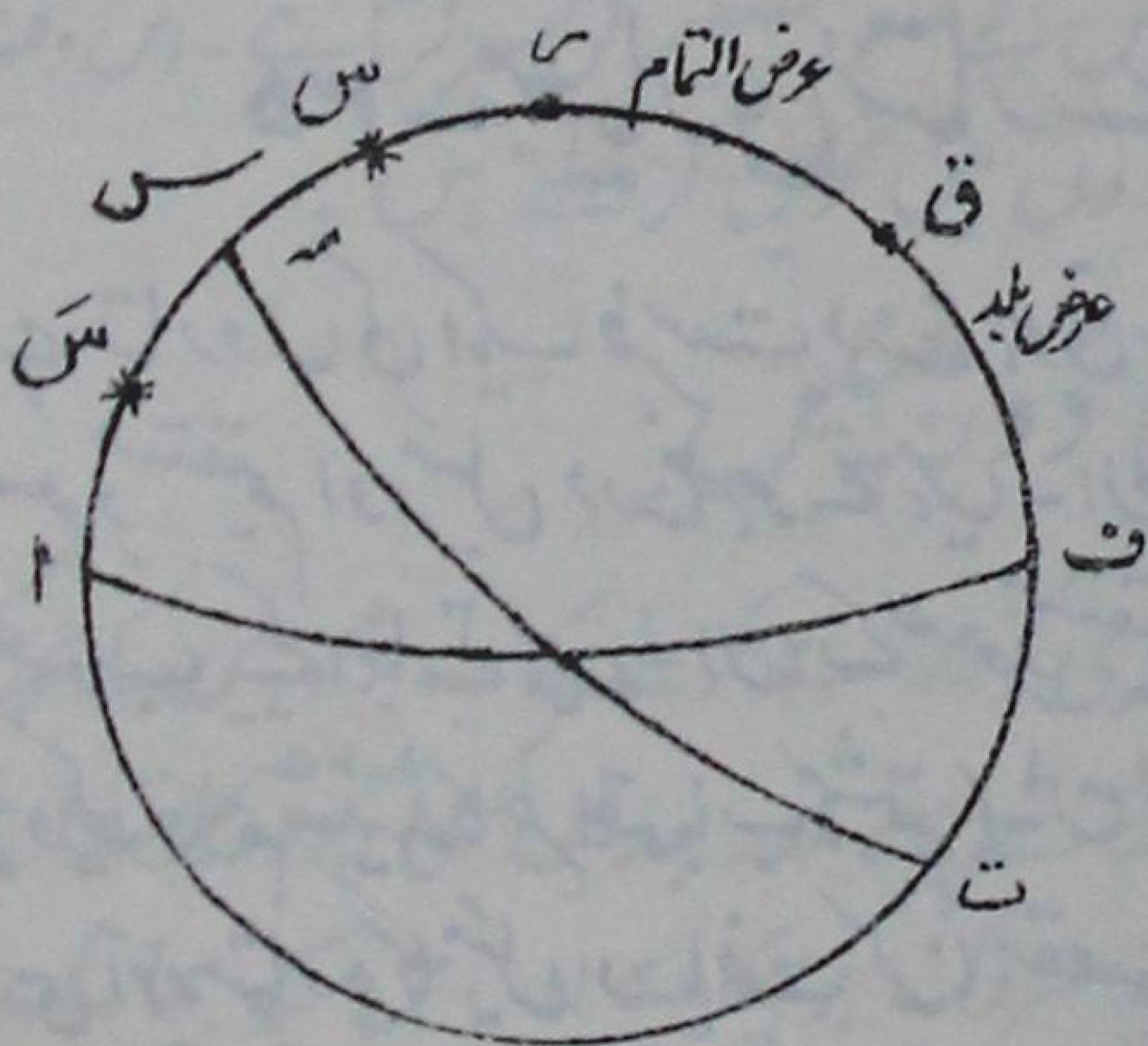
چونکہ ق ف = مقامِ مذکور کا عرض بلد

∴ ر ق = متمم عرض بلد = عرض التمام

اب مقامِ مذکور یا رصدگاہ کا عرض بلد معلوم ہوسکتا ہے کیونکہ قطبی نقطہ اور نقطۂ راس کا فرق عرض التمام ر ق کو تعبیر کرتا ہے اور اگر اس کو ۹۰ میں سے تفریق کیا جائے تو عرض بلد حاصل ہو جاتا ہے۔

راسی فاصلہ نصف النہار پر نصف النہاری ارتفاع میل

۴۳۔ کسی ستارہ کا راسی فاصلہ ناپنے کے لیے جب یہ نصف النہار پر ہو دُوربین کو ستارہ کی سمت میں لگایا جاتا ہے اور دائرہ کو پڑھ لیا جاتا ہے۔ اس قرائت اور نقطۂ راس کی قراءت کا فرق نصف النہار پر جرمِ مذکور کے راسی فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے، لیکن اس میں انعطافِ نور و دیگر اسباب کی بنا پر جو خطا واقع ہو اُس کی تصحیح کر لینی چاہیے۔



شکل ۲۰

نصف النہاری ارتفاع مشاہدہ کردہ راسی فاصلہ کو ۹۰° میں سے تفریق کرنے سے

حاصل ہوتا ہے۔

اب چونکہ ہمیں مقامِ مذکور کا عرض بلد معلوم ہے اور ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع معلوم کر سکتے ہیں اس لیے ہم ستارۂ مذکور کا مَیل دریافت کر سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ نصف النہار پر ستارۂ مذکور کا مقام س ہے، تب

س ا = نصف النہاری ارتفاع = عہ

س سں = میل = مہ

نیز سں ا = عرض التمام ہرق (کیونکہ دونوں میں تتمہ ہرسں مشترک ہے)۔ اب

سں ا + س سں = س ا

یا عرض التمام + مہ = عہ

اسی طرح سے اگر ستارہ سؔ پر ہو تو

عرض التمام - مہ = عہ

پس عرض التمام ± مَیل = نصف النہاری ارتفاع، اگر شمالی نصف کرۂ ارض میں ستارہ کا مَیل شمالی ہو تو علامت مثبت لینی چاہیے اور اگر مَیل جنوبی ہو تو علامت منفی لینی چاہیے۔ جب ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع اور مقامِ مذکور کا عرض بلد معلوم ہو تو اس مساوات سے ستارہ کا مَیل معلوم ہو سکتا ہے۔

۳۵ - معیاری ستارے - بحری جنتری میں جو ہر سال تیار کی جاتی ہے ستاروں کی ایک فہرست درج ہوتی ہے جس میں ہر تاریخ کے لیے سب ستاروں کے صعودِ مستقیم اور مَیل درج ہوتے ہیں۔ ان کے مَیل اس طریقہ سے جس کا اوپر ذکر ہوا محسوب کیے جاتے ہیں۔ ان کے صعودِ مستقیم معلوم کرنے کے متعلق بعد میں بحث کی جائیگی (دیکھو فلام سٹیڈ کا طریقہ باب ہشتم)۔ ان ستاروں کو معیاری ستارے کہتے ہیں۔ جب کسی اور ستارہ کا مَیل دریافت کرنا مقصود ہو تو دُوربین کو اس ستارہ کی طرف لگا کر دائرۂ مُرور کو پڑھ لیتے ہیں، پھر دُوربین کو کسی معیاری ستارے کی طرف لگا کر دونوں قراءتوں کا مقابلہ کرنے سے مَیل مطلوب نکال لیتے ہیں کیونکہ ان قراءتوں کا فرق ان کے میلوں کے فرق کو تعبیر کرتا ہے۔

گھڑی کی تنظیم

چونکہ راس الحمل کا نقطہ آسمان میں ایک خیالی نقطہ ہے اس لیے ہم اس کے نصف النہار پر سے گزرنے کا وقت عینی طور پر مشاہدہ نہیں کر سکتے ۔ پس ہم براہ راست مشاہدہ کرنے سے یہ نہیں بتا سکتے کہ گھڑی کو ۔ گھنٹے ۔ منٹ ۔ سکنڈ پر کب ہونا چاہیے ۔ لیکن چونکہ کسی معیاری ستارہ کے مُرور کا وقت اِس کے صعودِ مستقیم سے معلوم ہو سکتا ہے اِس لیے جب ان ستاروں میں سے کوئی ستارہ نصف النہار پر ہو تو گھڑی عین درست کوکبی وقت پر لائی جا سکتی ہے ۔

گھڑی کی شرح یعنی وہ مقدار جو یہ ہر روز پیچھے رہ جاتی ہے یا آگے بڑھ جاتی ہے دو متصل راتوں کو کسی ثابت ستارے کے مُروروں کے وقفہ کو ملاحظہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے ۔ یہ وقفہ ۲۴ کوکبی گھنٹوں کے مساوی ہونا چاہیے اس کے لحاظ سے گھڑی کی رفتار کو درست کیا جا سکتا ہے ۔ ایک عمدہ گھڑی میں تیزی یا سستی کی شرح یکساں ہونی چاہیے ۔

کسی جرم کا صعودِ مستقیم دریافت کرنا

اگر گھڑی کو ٹھیک چلایا جائے اور اس کی شرح معلوم ہو تو کسی جرم کے نصف النہار پر سے گزرنے کا کوکبی وقت اس کے صعودِ مستقیم کو تعبیر کرتا ہے ۔ اس وقت کو ۱۵ سے ضرب دے کر گھنٹوں، منٹوں اور سکنڈوں میں تحویل کر سکتے ہیں ۔

توازی گری دُوربینیں

۳۶ ہم دیکھ چکے ہیں کہ خطائے توازی گری کو درست کرنے کے لیے دُوربین کے محور کو اس کے خانوں کے اندر اُلٹنا پڑتا ہے اور اُلٹنے سے پہلے اور بعد میں کسی دُور کے نشان کی سمت مشاہدہ کی جاتی ہے مگر اب یہ طریقہ متروک ہو چکا ہے اور اس کے بجائے ایک اور طریقہ استعمال کیا جاتا ہے ۔ دو چھوٹی دُوربینیں لیتے ہیں جن کو توازی گری دُوربینیں کہتے ہیں، اِن میں سے ایک کو مُرور کی دُوربین کے شمال کی طرف اور دوسری کو اس کے جنوب کی طرف لگا دیتے ہیں ۔ ان میں سے ہر ایک میں دو صلیبی تار لگے ہوتے

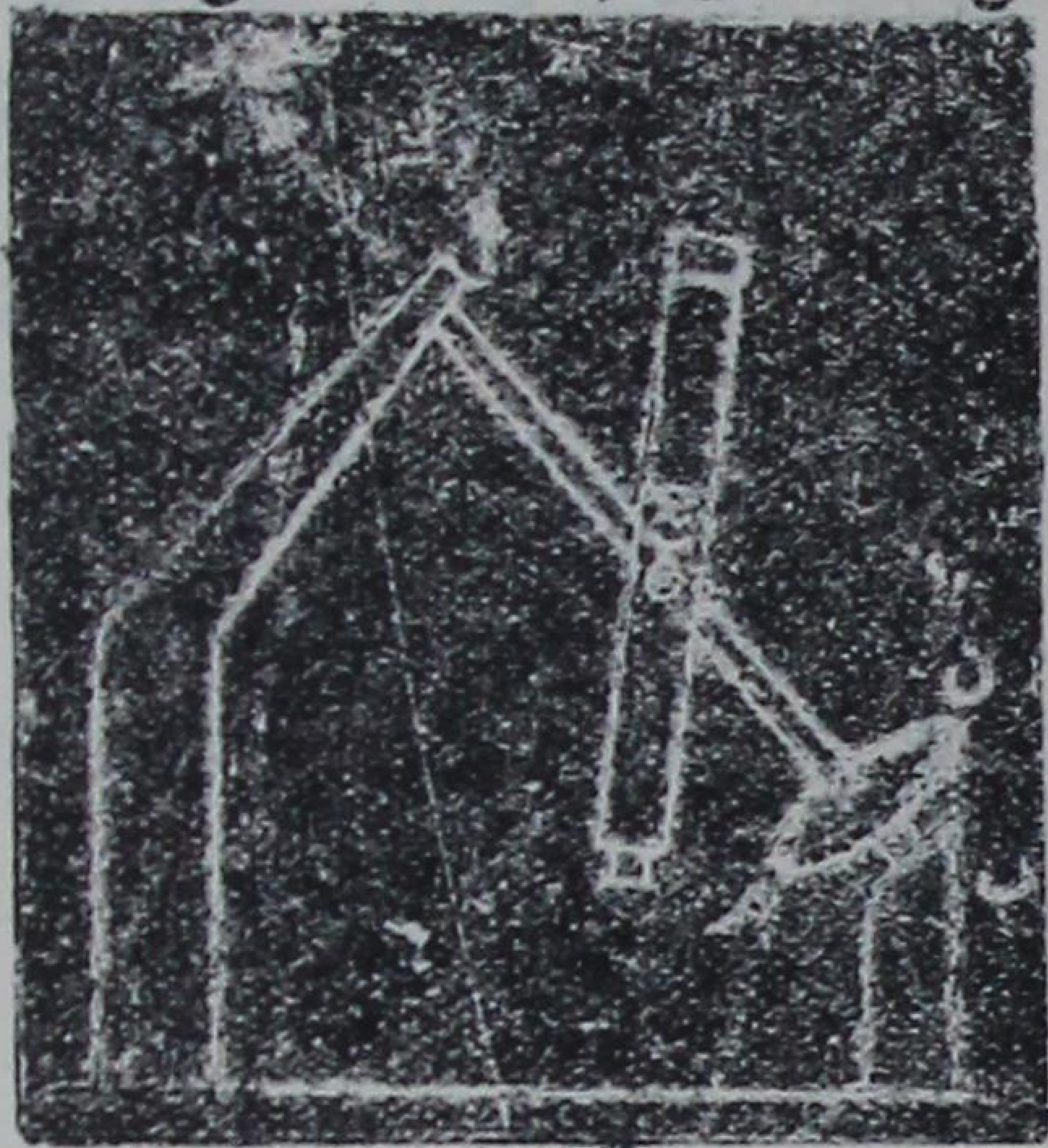
ہیں ۔ پھر بڑی دُوربین کی نالی کی ایک درز کے ذریعہ ایک چھوٹی دُوربین میں سے دُوسری چھوٹی دُوربین کی طرف دیکھتے ہیں ۔ ایسا کرنے سے چھوٹی دُوربینوں کو اس طرح لگا سکتے ہیں کہ ان کے چلیپی تاروں کے (جو منور کرلیے جاتے ہیں) خیال ایک دوسرے پر منطبق ہوں اب اگر خود آلۂ مرور کے چلیپی تاروں کو اس طرح ٹھیک وضع میں لایا جائے کہ یہ شمالی توازی گری دُوربین کے تاروں کے خیال پر منطبق ہوں اور پھر بڑی دُوربین کو گھما کر دیکھا جائے کہ اس کے تار جنوبی توازی گری دُوربین کے تاروں کے خیال پر منطبق ہوتے ہیں تو سمجھ لینا چاہیے کہ خطِ توازی گری اُفقی محور پر عمود وار ہے ۔ اس طریقہ سے دُوربین کے محور کو اُلٹنے کا دِقت طلب عمل نہیں کرنا پڑتا ۔

۳۶ ا ۔ ان طریقوں کے علاوہ خطائے توازی گری معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ بھی ہے، دُوربین کے نیچے پارے کا ایک برتن رکھ کر اس کا رُخ انتصاباً نیچے کی طرف کر دیتے ہیں ۔ اگر محور اُفق کے عین متوازی ہو اور کوئی خطائے توازی گری نہ ہو تو باریک تار اور ان کے خیال جو پارے کی سطح سے انعکاس سے بنتے ہیں ایک دوسرے پر منطبق ہونگے کیونکہ نور کی شعاعیں جو (منور کردہ) باریک تاروں سے متبع ہوکر نکلتی ہیں وہ دُوربین کے دہانہ میں سے گزر کر پارے کی سطح پر متوازی خطوط میں پڑتی ہیں۔ جہاں سے وہ پھر متوازی خطوں میں منعکس ہوتی ہیں اور دہانہ میں سے گزرنے کے بعد اس کے ماسکہ پر مستدق ہوتی ہیں ۔ پس اگر افقیت کی خطا کو پہلے سے درست کرلیا گیا ہو اور منعکس شدہ شعاعیں باریک تاروں پر منطبق ہوں تو سمجھ لینا چاہیے کہ کوئی خطائے توازی گری نہیں ہے لیکن اگر یہ شعاعیں باریک تاروں پر منطبق نہ ہوں تو ان کے فرق کو خُردہ پیما کے ذریعہ ناپ لینا چاہیے، خطائے توازی گری اس فرق کے نصف سے تعبیر ہوگی ۔

استوائی دُوربین

۳۷ ۔ اکثر رصدگاہوں کی بڑی دُوربینیں وضع استوائی میں لگی ہوتی ہیں جس سے یہ مُراد ہے کہ دُوربین کا گردشی محور قطب سماوی کی سمت میں ہوتا ہے اس محور کو قطبی محور بھی کہتے ہیں (دیکھو شکل ۲۱) ۔ یہ قطبی محور دو ثابت خانوں ا اور ب

کے اندر جو دو ثابت پشتوں میں بنے ہوتے ہیں گھُوم سکتا ہے۔ دُوربین بھی محور ج کے گرد اس طرح گردش کر سکتی ہے کہ اس کے محل کو قطبی محور سے کسی زاویہ پر رکھ سکتے ہیں بعض بڑی دُوربینوں کے ساتھ ایک قسم کی گھڑی بھی لگی ہوتی ہے جس کے ذریعہ قطبی محور کو اس کے خانوں کے اندر یکساں رفتار کے ساتھ اُسی سمت میں گھُمایا جاتا ہے جس سمت میں کہ



شکل ۲۔۱

ستارے اپنی یومیہ گردش کے لحاظ سے حرکت کرتے معلوم ہوتے ہیں، اور رفتار ایسی رکھی جاتی ہے کہ پوری گردش ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ میں تکمیل پاتی ہے۔ اس طرح سے اگر دُوربین کو کسی ستارہ کی طرف لگاکر گھڑی چلادی جائے تو ستارۂ مذکور کو منظر کے میدان میں کافی عرصہ تک رکھ سکتے ہیں۔

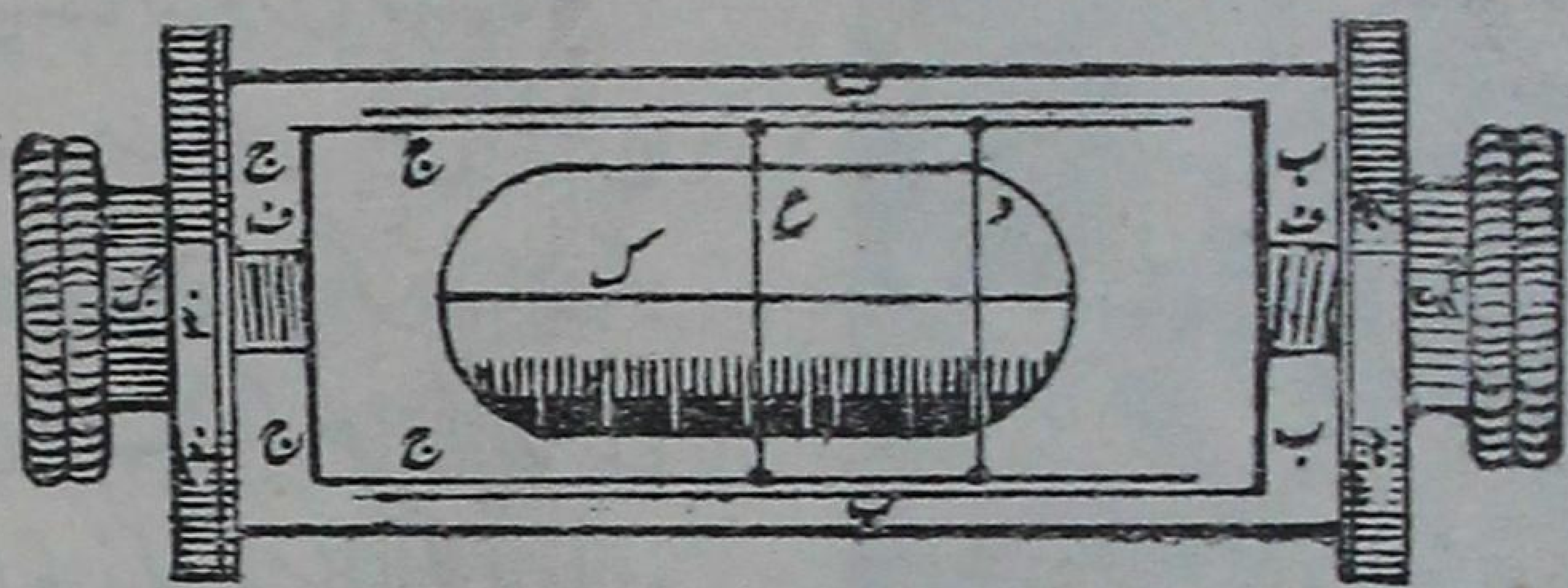
ظاہر ہے کہ استوائی دُوربین کو جو مذکورۂ بالا دو قسم کی حرکتیں دی جاسکتی ہیں اُن کے ذریعہ اس کو آسمان پر کسی ایک ستارہ کے مقابل لگا سکتے ہیں اور ضروری نہیں کہ آلۂ مُرور کی طرح یہ ستارہ نصف النہار پر ہو۔ پس یہ آلہ اُن ستاروں کے مشاہدہ کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جو نصف النہار پر نہ ہوں۔

ایک درجہ دار دائرہ م ن کے ذریعہ جس کی سطح مستوی قطبی محور پر عمود وار ہوتی ہے ہم دُوربین کو کسی مطلوبہ صعود مستقیم پر لگا سکتے ہیں۔ اس دائرہ کو ساعتی دائرہ کہتے ہیں محور ج پر بھی جس کے گرد دُوربین گھوم سکتی ہے ایک دائرہ لگا ہوتا ہے۔ یہ دائرہ شکل میں نہیں دکھایا گیا ہے۔ اس کو دائرۂ مَیل کہتے ہیں اور اس کے ذریعہ دُوربین کو کسی مطلوبہ مَیل پر لگا سکتے ہیں۔ ان دونوں دائروں کو پڑھنے کے لیے نمائندہ خردبینوں سے کام لیا جاتا ہے۔

استوائی (دُوربین) کے ذریعہ اس کی بہت زیادہ طاقت تکبیر کی بدولت ہم چاند، سیّاروں اور دیگر اجرام فلکی کی سطح کا بہترین مشاہدہ کرسکتے ہیں۔ علاوہ ازیں یہ ستاروں کی عکسی تصویریں لینے اور ستاروں کے طیوف کی تحلیل میں بھی بہت کام آتی ہے۔

خُردہ پیما

ہر ایک استوائی دُوربین میں ایک خُردہ پیما لگا ہوتا ہے جس کے ذریعے چھوٹے زاویئی فاصلے (مثلاً وہ زاویہ جو دُوربین کے منظر کے میدان میں دو قریب قریب کے ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے) ناپے جاتے ہیں۔ اس غرض کے لیے عام طور پر متوازی تاروں والا خُردہ پیما استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل ۲۱۔ ا

یہ ایک مستطیلی قالب پر مشتمل ہوتا ہے جس کی شکل اُوپر دکھائی گئی ہے اس کے ہر ایک سرے پر ایک ایک درجہ دار پیچ لگا ہوتا ہے، ب پ ب اور ج ج ج دو دھات کے دوشاخ ہیں جو ایک دوسرے کے اندر پھسلتے ہیں، ان دوشاخوں پر ایک ایک عنکبوتی تار لگا ہوتا ہے، جو شکل بالا میں د اور ع سے دکھائے گئے ہیں دو اَور نہایت باریک پیچ ف، ف جن کے کنارے گ، گ دندانہ دار ہوتے ہیں اِن دوشاخوں میں سے ہر ایک کے ساتھ لگے ہوتے ہیں اور ان پیچوں کو گھمانے سے حسبِ خواہش ہر ایک دوشاخہ اندر ڈھکیلا جا سکتا ہے یا باہر کھینچا جا سکتا ہے۔ ایسا کرنے سے عنکبوتی تاروں کو ایک دوسرے سے حسبِ منشاء قریب یا دُور کر سکتے ہیں۔ علاوہ ازیں ایک اَور ثابت عنکبوتی تار ک تاروں د اور ع پر عمود وار ہوتا ہے۔ پیچوں کے سروں کے ساتھ جو دائرے پیوستہ ہوتے ہیں اُن میں سے ہر ایک کا محیط ۱۰۰ مساوی حصوں میں تقسیم ہوتا ہے۔ اِس کے علاوہ ایک باریک پیمانہ بھی ہوتا ہے جس پر نوچوں کے نشان منقوش ہوتے ہیں اور ہر پانچواں نشان باقی نشانوں کی نسبت زیادہ نمایاں ہوتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ نیز دو متصل نشانوں کا درمیانی فاصلہ دونوں پیچوں کی

گھائی کے مساوی ہوتا ہے اس لیے ایک پیچ کے سرے کی پوری گردش سے اس کے متناظر دوشاخہ کا عنکبوتی تار جس فاصلہ میں سے حرکت کرتا ہے وہ دو متصل نشانوں کے درمیانی فاصلہ کے مساوی ہوتا ہے۔

اگر اُس زاویہ کو جو دو قریب قریب کے ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے ناپنا مقصود ہو تو خُردہ پیما کو دُوربین کی ماسکی سطح مستوی میں رکھ کر اتنا گھمایا جاتا ہے کہ ثابت آڑا عنکبوتی تار دونوں ستاروں کے خیالوں میں سے گزرتا ہے پھر دونوں تاروں کے درمیانی پیمانہ پر کے منقوش نشانوں کے ذریعہ یہ دیکھنا چاہیے کہ ثابت عنکبوتی تاروں کو ایک دوسرے کے اوپر لانے کے لیے پیچ یا پیچوں کے سروں کو کتنی بار گھمانا پڑتا ہے۔ ایک گھماؤ کا کسری حصہ متعلقہ سرِ پیچ کے درجہ دار دائرہ کو پڑھنے سے معلوم ہوسکتا ہے اب اگر ہمیں ہر ایک گھماؤ کی زاویئی قیمت معلوم ہو تو وہ زاویہ جو مذکورہ ستاروں کے محاذی بنتا ہے معلوم ہوسکتا ہے۔

خُردہ پیما کی مدد سے سورج، چاند یا سیّاروں کے زاویئی قطر بھی معلوم ہوسکتے ہیں، متوازی تاروں میں سے ایک تار کو اس طرح رکھتے ہیں کہ وہ جرم کے ایک بازو سے مس کرتا نظر آتا ہے اور دوسرا جرم مذکور کی مستدیر قوس کے مقابل کے کنارے سے، اس طرح حسبِ سابق ان کا درمیانی فاصلہ معلوم ہوسکتا ہے۔

۱۳۸۔ خُردہ پیما کے پیچ کی ایک گردش کی زاویئی قیمت کی تعیین

اِس کے لیے کوئی ابدی الظھور ستارہ لیتے ہیں، خود قطبی ستارہ قابلِ ترجیح ہے کیونکہ سُست رفتار ہونے کی وجہ سے اس سے نہایت صحیح مشاہدات حاصل ہوسکتے ہیں۔ پہلے خُردہ پیما کو اس طرح لگاتے ہیں کہ ستارۂ مذکور کی یومیہ گردش ثابت عنکبوتی تار پر یا اس کے متوازی رہے، پھر پیچ کو گردشوں کی ایک معلومہ تعداد میں سے گھماکر متوازی تاروں کو کچھ فاصلہ پر الگ کردیتے ہیں، اب ستارہ کو ایک تار سے دوسرے تار تک جانے میں جو عرصہ لگتا ہے اس کو مشاہدہ کرلیتے ہیں اور چونکہ ستارہ ایک دائرۂ صغیر کے ۳۶۰° کو کبی ۲۴ گھنٹوں میں پورا کرتا ہے اس لیے تاروں کے درمیانی فاصلہ کی زاویئی قیمت معلوم ہوسکتی ہے۔ اس طرح ایک گھماؤ کے متناظر جو زاویہ بنتا ہے اُس کی قیمت دائرۂ صغیر کے سکنڈوں کی رقوم میں معلوم ہوجاتی ہے۔ لیکن چونکہ ستارہ کا مَیل معلوم ہوتا ہے اس لیے قطبی ستارہ کے دائرۂ صغیر کی

نسبت دائرۂ کبیر کے ساتھ معلوم ہوسکتی ہے لہٰذا ہر ایک گھماؤ کے متناظر دائرۂ کبیر کی قوس میں جتنے سکنڈ ہوں اُن کی تعداد معلوم ہوجاتی ہے۔

آلۂ ارتفاع والسمت

آلۂ ارتفاع والسمت ایک استوائی دُوربین ہوتی ہے جس کا محور قطب سماوی کی سمت میں ہونے کی بجائے سمت راس میں ہوتا ہے۔ اس میں بھی دو طرح کی حرکت دیجاسکتی ہے ایک ارتفاع میں اور دوسری السمت میں بعینہٖ اسی طرح جس طرح کہ استوائی میں صعودِ مستقیم اور میل کی سمتوں میں حرکت دی جاسکتی ہے، استوائی کی طرح اس کو بھی اُن مشاہدات کے لیے استعمال کرتے ہیں جو نصف النہار کے باہر عمل میں لائے جائیں۔

ایک مقام پر ایک ابدی الظہور ستارے کے بالائی اور زیرین مروروں کے وقت اِس کے راسی فاصلے معلوم ہیں۔ اس مقام کا عرض بلد اور ستارہ کا میل معلوم کرو۔

راسی فاصلوں س ام، س ن (دیکھو شکل ۱۹ ا)، کو ر، رَ سے تعبیر کرو۔

نیز قطبی فاصلہ ق م = ق ن = △ اور س ق = عرض التمام

∴ ر = عرض التمام + △

رَ = عرض التمام ۔ △

∴ ر + رَ = ۲ عرض التمام

اور ر ۔ رَ = ۲ △

∴ عرض التمام = $\frac{ر + رَ}{۲}$ لہٰذا عرض بلد = ۹۰ ۔ $\frac{ر + رَ}{۲}$

اور قطبی فاصلہ △ = $\frac{ر - رَ}{۲}$، لہٰذا میل = ۹۰ ۔ $\frac{ر - رَ}{۲}$

نوٹ ۔ اگر ستارہ اپنے ایک مُرور کے وقت نصف النہار پر نقطۂ راس کے جنوب کی طرف ہو تو اِس مرور کے وقت اِس کے راسی فاصلہ کو منفی تصور کرنا چاہیے۔

مشقیں

۱۔ اگر زمین اسی زاویئی رفتار سے گھومتی جس سے اب گھومتی ہے لیکن مقابل سمت

میں تو بتاؤ کہ ایک اوسط شمسی یوم کا طول کیا ہوتا اور سال میں اوسط شمسی ایام کی تعداد کیا ہوتی۔
جواب ۲۳ گھنٹے ۵۲ منٹ، $\frac{1}{4}$ ۳۶۷
۲۔ بتاؤ کہ سال میں کتنے کوکبی دن ہوتے ہیں۔ جواب $\frac{1}{4}$ ۳۶۶
۳۔ ڈبلن کا عرض بلد ۵۳° ۲۰' ہے، بتاؤ کہ ۲۱ جون کو ڈبلن میں سورج کا نصف النہاری ارتفاع کیا ہوگا۔ جواب ۶۰° ۸'

یہاں عرض التمام ± مہ = عہ (دفعہ ۳۴)

لیکن مہ = ۲۳° ۲۸' شمال اور عرض التمام = ۹۰° - ۵۳° ۲۰' = ۳۶° ۴۰'

∴ ۳۶° ۴۰' + ۲۳° ۲۸' = عہ

∴ عہ = ۶۰° ۸'

۴۔ ڈبلن میں (۱) انقلابِ سرما اور (۲) اعتدالِ لیل و نہار کے وقت، سورج کا نصف النہاری ارتفاع کیا ہوگا۔ جواب (۱) ۱۳° ۱۲' (۲) ۳۶° ۴۰'

نوٹ۔ انقلابِ سرما کے وقت مہ = ۲۳° ۲۸' جنوب (منفی)

۵۔ ایک ابدی الظہور ستارہ کے قطب سے اوپر اور قطب سے نیچے نصف النہار کو عبور کرنے کے وقت اس کے راسی فاصلے انعطاف وغیرہ کی تصحیح کے بعد

۱۳° ۷' ۱۶" اور ۴۷° ۱۸' ۲۶"

معلوم کیے گئے ہیں۔ اس سے مقامِ مذکور کا عرض بلد اور ستارہ کا میل دریافت کرو۔
(دیکھو دفعہ ۳۸ ا) جواب ۵۹° ۴۷' ۹" اور ۷۲° ۵۴' ۲۵"

۶۔ ایک مقام کا عرض بلد ۵۸° ۵۹' شمال ہے۔ مقامِ مذکور پر وسطِ گرما اور وسطِ سرما کے دنوں میں سورج کے نصف النہاری ارتفاع معلوم کرو۔
جواب ۵۴° ۲۹' ؛ ۷° ۳۳'

۷۔ ایک مقام پر وسطِ گرما میں اُفق کے اوپر سورج کا بڑے سے بڑا ارتفاع ۷۶° ۴۲' ہے، مقامِ مذکور کا عرض بلد معلوم کرو۔ جواب ۳۶° ۴۶'

۸۔ سہیل کا میل ۵۲° ۳۸' جنوب ہے۔ اگر ہم جنوب کی طرف سفر کریں تو بتاؤ کہ پہلے پہل کس مقام پر اس کا نصف النہاری ارتفاع ۱۰° کا ہوگا۔
جواب ۲۷° ۲۲' شمالی عرض بلد۔

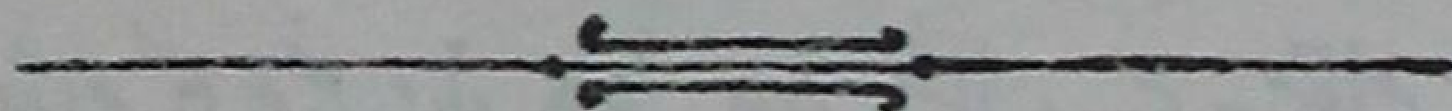
۹- **ڈبلن** (عرض بلد ۵۳° ۲۰) میں ایک ستارہ کا راسی فاصلہ جو نصف النہار پر ناپا جائے بعد تصحیح ۲° ۷ ۱۸ ۴۰ معلوم کیا گیا ہے۔ اس ستارہ کا میل معلوم کرو۔
(جواب ۱۸° ۵۸ ۴۰ جنوب)

۱۰- ڈبلن میں آدھی رات کو اُفق کے نیچے سورج کا زاویہ انخفاض بالترتیب وسطِ گرما اور وسطِ سرما کو کیا ہوگا۔ (جواب ۱۳° ۱۲ ۶۰° ۸)

۱۱- ایک مقام پر اوپر کے اور نیچے کے مُروروں کے وقت ایک ستارہ کے راسی فاصلے انعطاف وغیرہ کے متعلق صحت کر لینے کے بعد ۶° ۷ ۴ اور ۲° ۵۲ جنوب معلوم کیے گئے ہیں۔ مقامِ مذکور کا عرض بلد اور ستارہ کا میل دریافت کرو۔
نوٹ - دفعہ ۳۸ کے ضابطہ سے کام لو لیکن چونکہ ۲° ۵۲ جنوب ہے اس لیے اُس کی علامت منفی لینا چاہیے۔ (جواب ۵۳° ۲۴، ۵۰° ۳۲)

۱۲- برج شلیاق کا ایک ستارہ ۸۰° ۴۸ ۴۱ شمال پر واقع ہے کیا وہ ڈبلن (نصف النہار ۵۳° ۲۰) کے نصف النہار کو راس سے شمال کی طرف یا جنوب کی طرف عبور کرتا ہے۔

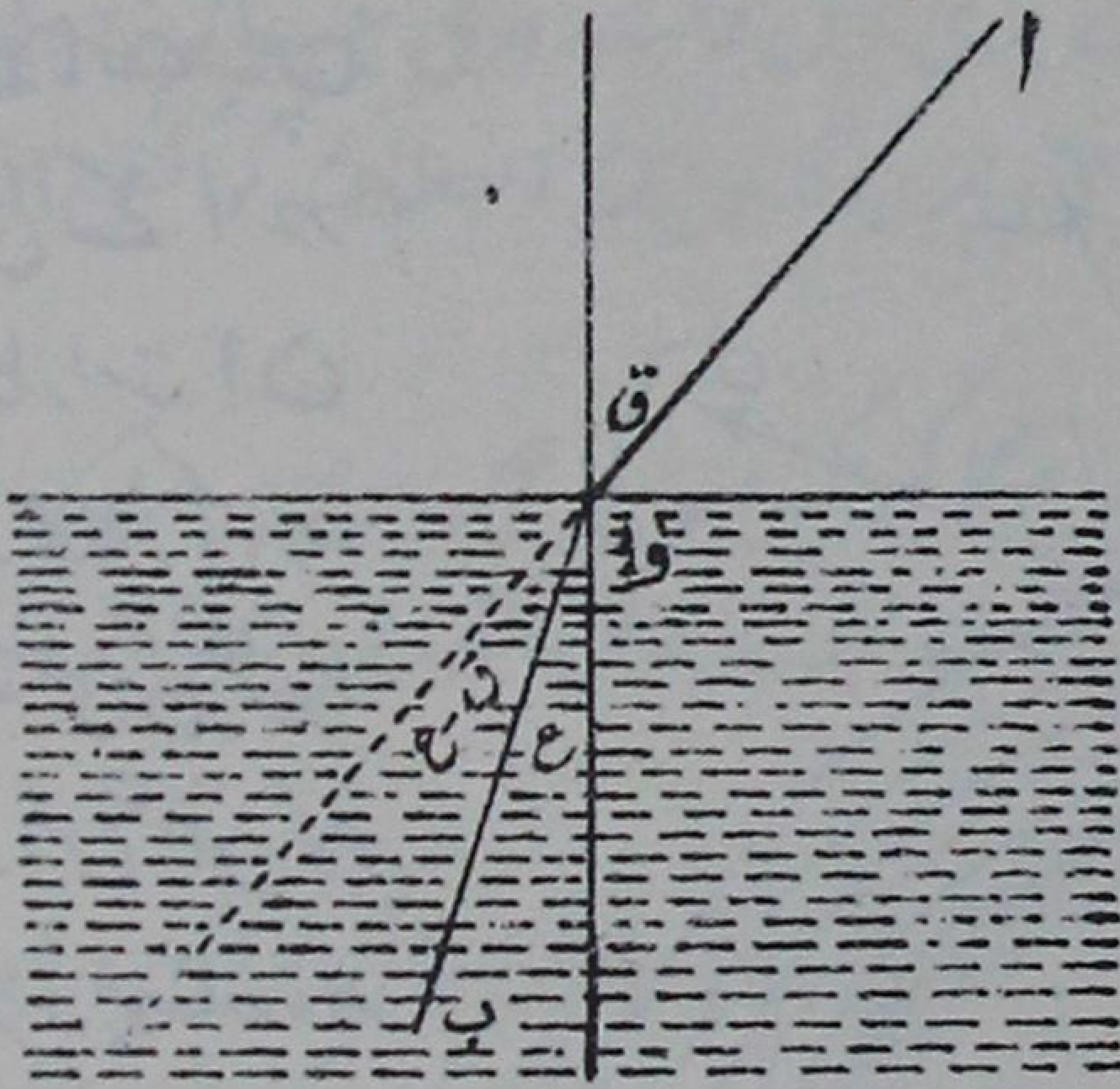
جواب اوپر کا مرور ۱۴° ۳۹ راس کے جنوب کی طرف
نیچے کا مرور ۸° ۷ ۵۹ راس کے شمال کی طرف



چوتھا باب

کرۂ ہوائی کا انعطاف

۳۹- بابِ سوم میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ کسی ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ سے کس طرح معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن اِس مشاہدہ کردہ ارتفاع میں خطا کا امکان ہے کیونکہ روشنی کی شعاعیں جو ستارہ سے نکلتی ہیں کرۂ ہوائی میں سے گزرنے میں مشاہدہ کنندہ کی آنکھ تک پہنچنے کے قبل مُڑ جاتی ہیں جس سے ستارہ کی سمت اِس کی اصلی سمت سے مختلف معلوم ہوتی ہے۔ یہ ظاہری اِنحراف کرۂ ہوائی میں اِنعطافِ نور کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ علم المناظر کی رُو سے ہمیں معلوم ہے کہ جب کوئی روشنی کی شعاع



شکل ۲۲

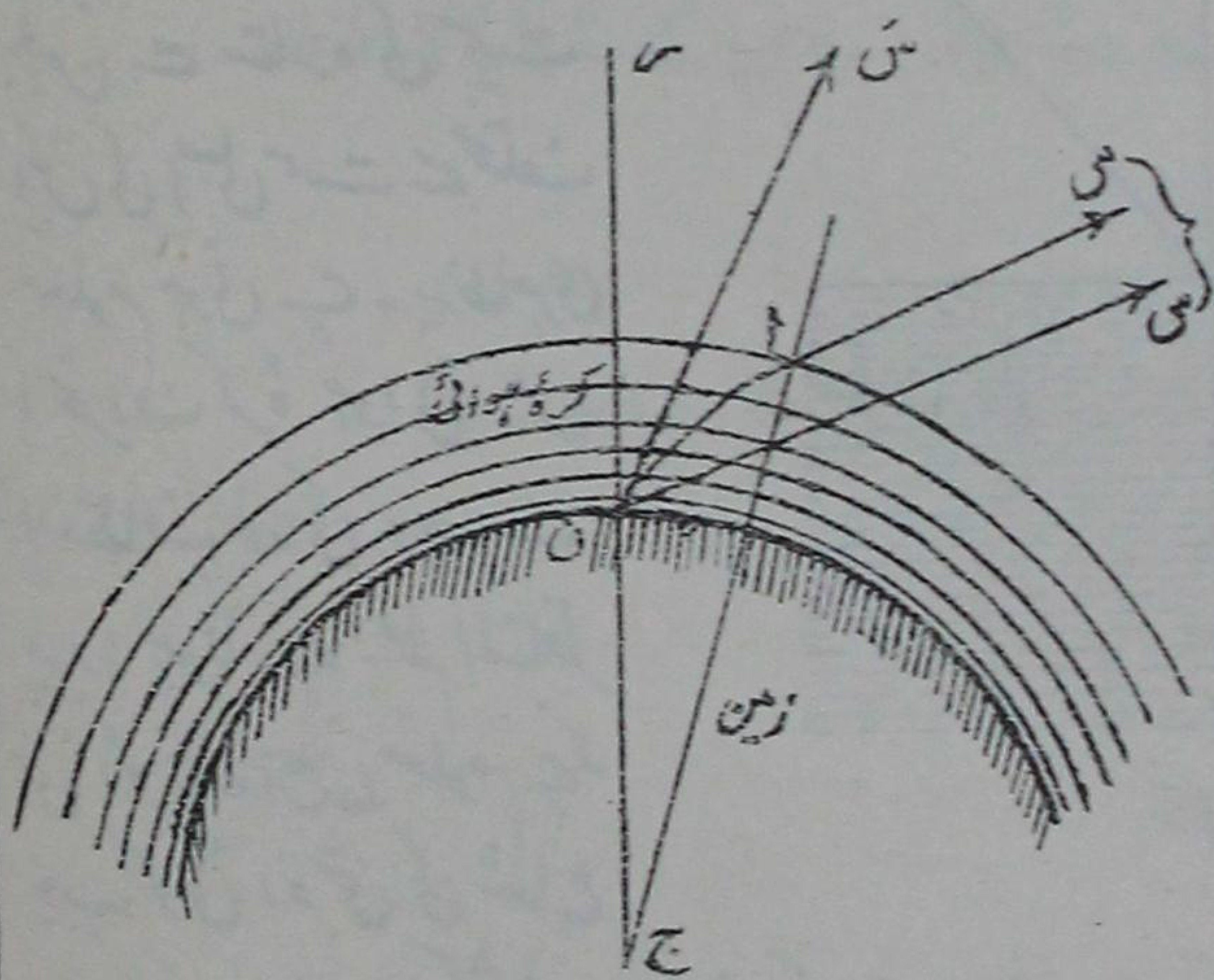
لطیف واسطہ سے کثیف واسطہ کے اندر داخل ہوتی ہے تو یہ منعطف ہو جاتی ہے یعنی اِن دو واسطوں کی سطحِ فاصل پر کے عمود کی سمت میں جُھک جاتی ہے۔ مثلاً ا و ب اِس قسم کی منعطف شعاع کے راستہ کو تعبیر کرتا ہے۔ زاویہ ق و ع کا

زاویہ ہے اور زاویہ ع انعطاف کا زاویہ ہے، نیز ق - ع انعطاف کی مقدار کو تعبیر کرتا ہے -

علم المناظر کا یہ ایک کلیہ ہے کہ زاویہ وقوع کے جیب کی نسبت زاویۂ انعطاف کے جیب کے ساتھ مستقل ہوتی ہے، لہذا

$$\frac{\text{جب ق}}{\text{جب ع}} = \text{ایک مستقل} = \text{مہ}$$

اب کرۂ ہوائی ایک گیسی سیّال ہے جو جاذبۂ ارض کے زیرِ عمل ہے - اُوپر کی تہوں میں اس کی کثافت بہت کم ہوتی ہے لیکن جوں جوں ہم زمین کے قریب آتے جاتے ہیں اس کی کثافت بھی بڑھتی جاتی ہے - کیونکہ کسی مفروضہ رقبہ کے اُوپر کی ہوا کا وزن بھی بڑھتا جاتا ہے - پس ہم فرض کر سکتے ہیں کہ جب روشنی کی ایک شعاع کسی ستارہ س سے نکل کر کرۂ ہوائی پر پڑتی ہے تو یہاں سے زمین تک پہنچنے میں اس کو ایسے بے شمار واسطوں میں سے گزرنا پڑتا ہے جن کی شکل زمین کے ہم مرکز خولوں کے مانند تصور کی جا سکتی ہے اور جن میں سے ہر ایک اپنے پہلے کے واسطہ سے نسبتاً زیادہ کثیف ہوتا ہے - پس کرۂ ہوائی کے اندر شعاع کا راستہ ان مسلسل جھکاؤ کی وجہ سے ایک منحنی کی شکل کا ہوگا اور اُس شخص کو جو ن پر کھڑا ہو ستارہ مذکور ن سَ کی سمت میں دکھائی دیگا جو ن پر کے مماس کی سمت ہے حالانکہ ستارہ کی اصلی سمت



شکل ۲۳

یعنی وہ سمت جس میں کہ ستارہ مذکور کرۂ ہوائی کی عدم موجودگی میں اور بنائے علیہ

انعطاف کا عمل واقع نہ ہونے کی صورت میں دکھائی دیتا ن س ہے جو ن میں سے
اس کے متوازی کھینچا گیا ہے، کیونکہ ستارہ کے نہایت دُور ہونے کی وجہ سے
وہ خط جو ا اور ن سے ستارہ کی سمت میں کھینچے جائینگے وہ عملی طور پر باہم متوازی ہونگے۔
زاویہ س ن سَ کو جو ستارہ کی ظاہری سمت اور اُس سمت کے
درمیان بنتا ہے جس میں کہ کرۂ ہوائی کی عدم موجودگی میں ستارۂ مذکور دکھائی دیتا
انعطاف کہتے ہیں۔

اِس لیے کسی جرمِ سماوی پر انعطاف کا اثر یہ ہوتا ہے کہ یہ آسمان پر
نسبتاً اونچا نظر آتا ہے جس کی وجہ سے اس کا ارتفاع بڑھ جاتا ہے اور اس کا
رُاسی فاصلہ کم ہو جاتا ہے لیکن چونکہ یہ ظاہری ہٹاؤ انتصابی سطحِ مستوی میں
واقع ہوتا ہے اِس لیے اِس سے جرم کے "السمت" پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔

اس لیے لازمی طور پر اجرامِ سماوی کے ارتفاعوں کے متعلق جملہ مشاہدات
میں ہر ایک ظاہری ارتفاع کو بقدر انعطاف کی مقدار کے کم کر دینے سے اصلی ارتفاع
حاصل ہوگا۔ اِس تصحیح کو انعطاف کی تصحیح کہتے ہیں۔

انعطاف کی مقدار بڑی سے بڑی اُس وقت ہوگی جب کہ زاویۂ وقوع
بڑے سے بڑا ہوگا یعنی جب جِرم اُفق پر ہوگا۔ اِس انعطاف کو اُفقی انعطاف
کہتے ہیں۔

نقطۂ راس پر انعطاف صفر ہوگا کیونکہ وہ شعاعیں جو عین سر کے اوپر کے
ستاروں سے نکلتی ہیں کرۂ ہوائی کی مختلف تہوں پر علی القوائم پڑتی ہیں اور بنا بریں
اُن میں انحراف پیدا نہیں ہوتا۔

اُفقی انعطاف تقریباً ۳۵′ کے مساوی ہوتا ہے، لہذا اگر کوئی جرم عین افق پر
ہو تو وہ بظاہر اُفق سے نصف درجہ سے کچھ زیادہ اوپر اُٹھا ہُوا دکھائی دیگا۔ چونکہ
سورج کا زاویۂ قطر تقریباً ۳۲′ کا ہوتا ہے یعنی نصف درجہ سے کچھ زیادہ اس لیے
اس امر کا کچھ اندازہ لگانے کے لیے کہ اُفق پر کا کوئی جرم انعطاف کی وجہ سے
کتنا اوپر اُٹھا ہُوا معلوم ہوتا ہے یہ یاد رکھنا کافی ہوگا کہ یہ صعود تقریباً سورج
کے قُرص کی چوڑائی کے مساوی ہوگا۔ اس سے ظاہر ہے کہ جب ہمیں یہ معلوم

ہوتا ہے کہ سورج ڈوبنے کے عین قریب ہے تو اُس وقت وہ درحقیقت پورا ڈوب چکا ہوتا ہے اور اگر کرۂ ہوائی کی وجہ سے اُس کی شعاعیں منعطف نہ ہوتیں تو وہ ہمیں مطلق دکھائی نہ دیتا۔

کرۂ ہوائی کے دباؤ اور تپش میں تبدیلی ہونے سے انعطاف کی مقدار میں بھی تبدیلی ہوتی ہے۔ بارپیما کے چڑھ جانے سے انعطاف کی مقدار بھی بڑھ جاتی ہے بشرطیکہ جرم کا ارتفاع وُہی رہے۔ برعکس اِس کے انہی حالات کے تحت تپش کے بڑھ جانے سے انعطاف کی مقدار میں کمی واقع ہوتی ہے۔ لہٰذا رصدگاہ میں انعطاف کی غلطی کو محسوب کرنے کے لیے جرم کے راسی فاصلہ کے علاوہ کرۂ ہوائی کے دباؤ اور تپش کو بھی جو بارپیما اور تپش پیما سے ظاہر ہو ملحوظ رکھنا چاہیے۔

ہم دیکھ چکے ہیں کہ افقی انعطاف تقریباً ۳۵َ کے مساوی ہوتا ہے جُوں جُوں جرم مذکور کا راسی فاصلہ کم ہوتا جاتا ہے یہ انعطاف بڑی سُرعت سے کم ہوتا جاتا ہے اور اس تخفیف کا کچھ اندازہ اِس سے ہو سکتا ہے کہ ۴۵ْ پر اس کی اوسط قیمت ۵۸٫۲ً ہوتی ہے۔

کلیۂ انعطاف

۴۰۔ چونکہ کرۂ ہوائی کا ارتفاع زمین کے نصف قطر کے مقابلہ میں نہایت چھوٹا ہے، اِس لیے ہم اُن خطوں کو جو ا اور ن سے زمین کے مرکز تک کھنچے جائیں (دیکھو شکل ۲۳) متوازی خیال کر سکتے ہیں یا بالفاظِ دیگر یہ خیال کر سکتے ہیں کہ زمین کی سطح ایک اُفقی سطحِ مستوی ہے اور اس پر کرۂ ہوائی کی بے شمار اُفقی تہیں واقع ہیں۔ جن کی کثافتیں نیچے سے شروع ہو کر اوپر کی طرف بتدریج کم ہوتی جاتی ہیں۔ اب ہم نہایت آسانی سے وہ کلیہ معلوم کر سکتے ہیں جس کے مطابق انعطاف میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ کیونکہ شعاع میں کلیۃً اتنا ہی جھکاؤ واقع ہوتا ہے جو اُس صورت میں ہوتا اگر کرۂ ہوائی متجانس ہوتا اور اُس کی کثافت ہر بلندی پر وہی ہوتی جو زمین کی قریب ترین تہہ کی ہے جس صورت میں شعاع کا کُل انعطاف اِس مفروضہ کرۂ ہوائی کے اندر داخل ہوتے وقت ایک ہی دفعہ واقع ہوتا اور بعد ازیں شعاعِ مذکور مشاہدہ کنندہ تک ایک خطِ مستقیم میں پہنچتی۔

ایک جرمِ سماوی کا انعطاف ایسے بدلتا ہے جیسے ظاہری راسی فاصلہ

کا مماس جب کہ تپش اور دباؤ مستقل رہیں۔

فرض کرو کہ کسی ستارہ سے آنے والی ایک شعاع کا راستہ ن پر کے ایک مشاہدہ کنندہ تک س ا ن سے تعبیر ہوتا ہے (دیکھو شکل ۲۴)۔ تب ستارۂ مذکور کی ظاہری سمت ن سَ ہوگی نیز ظاہری راسی فاصلہ ر اور حقیقی راسی فاصلہ ر + لا ہوگا، اور زاویہ س ا سَ = انعطاف کی مقدار = لا

اب
$$\frac{\text{جب (زاویۂ وقوع)}}{\text{جب (زاویۂ انعطاف)}} = \text{ایک مستقل} = \text{مہ}$$

یا
$$\frac{\text{جب (ر + لا)}}{\text{جب ر}} = \text{مہ}$$

یعنی
$$\text{جب (ر + لا)} = \text{مہ جب ر}$$

لہذا
$$\text{جب ر جم لا + جم ر جب لا} = \text{مہ جب ر}$$

لیکن لا بہت چھوٹا زاویہ ہے اور ہمیں علم مثلث کی رو سے معلوم ہے کہ نہایت چھوٹے زاویہ کی جیب التمام = ۱ اور چونکہ عمود اور قوس تقریباً ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہیں اِس کی جیب = اِس کا قوسی پیمانہ۔

∴ جب لا = لا (قوسی پیمانہ میں)

اور جم لا = ۱

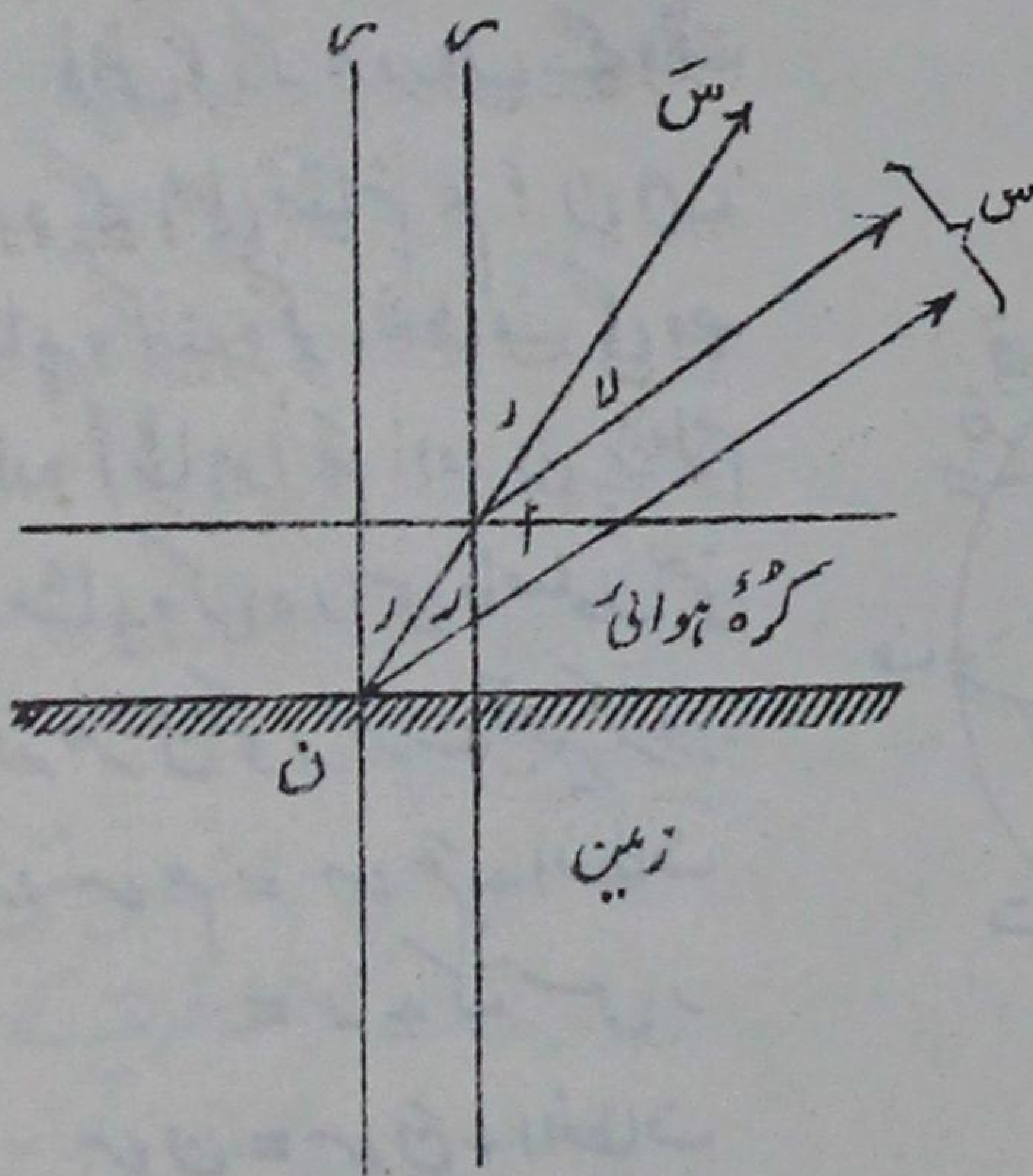
لہذا مساواتِ بالا ہو جاتی ہے:-

$$\text{جب ر + لا جم ر} = \text{مہ جب ر}$$

$$\therefore \text{لا جم ر} = \text{مہ جب ر} - \text{جب ر}$$

$$= (\text{مہ} - ۱)\ \text{جب ر}$$

$$\therefore \text{لا} = (\text{مہ} - ۱) \frac{\text{جب ر}}{\text{جم ر}}$$



شکل ۲۴

لا = (مہ - ۱) مس ر یا

فرض کرو کہ (مہ - ۱) = ک

لا = ک مس ر ش

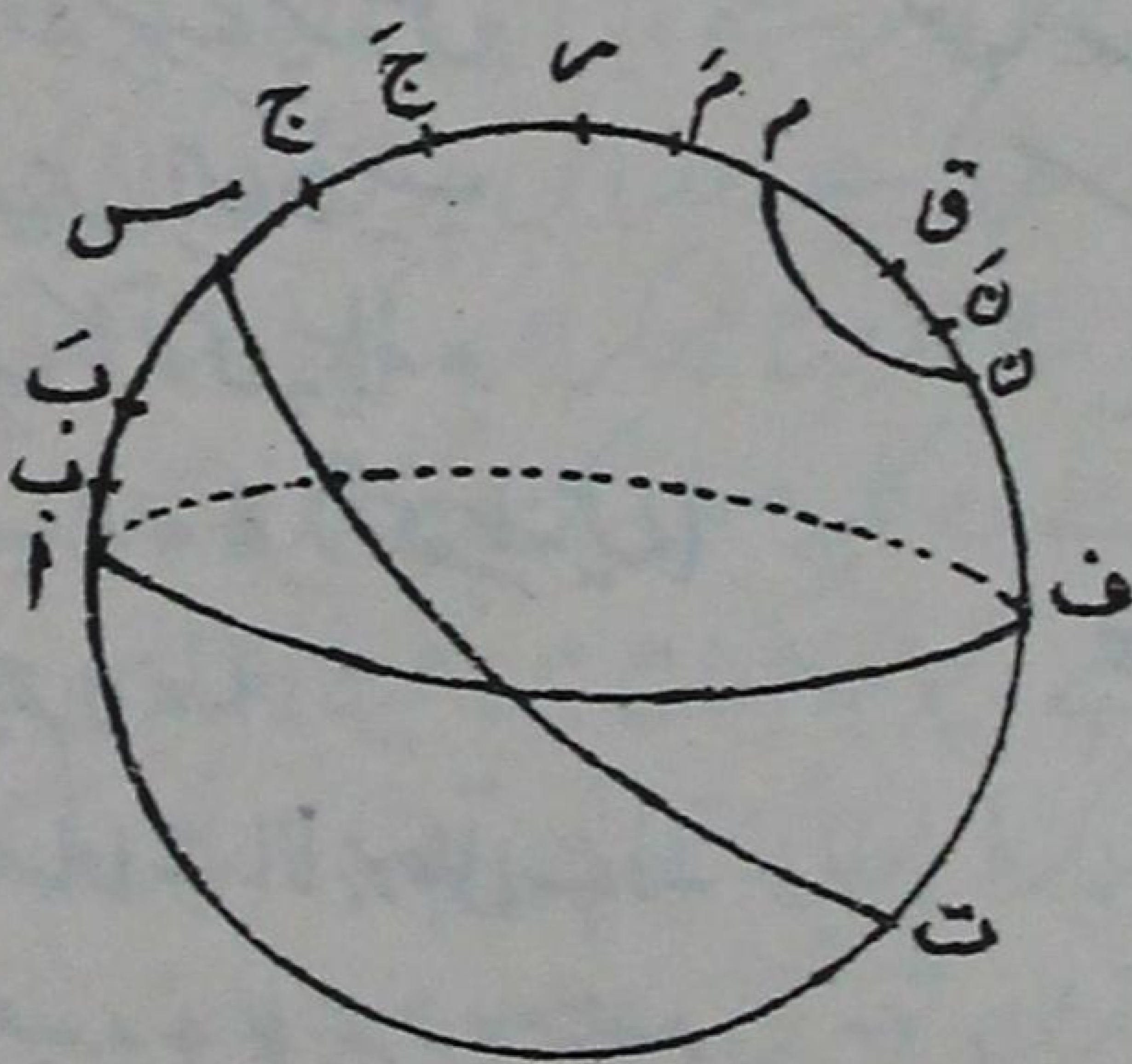
∴ لا ایسے بدلتا ہے جیسے مس ر

یہ کلیہ تجربہ سے ۷۵° تک کے راسی فاصلوں کے لیے تقریباً درست ثابت ہوا ہے۔ اُفق کے زیادہ نزدیک یہ کلیہ درست نہیں پایا جاتا کیونکہ کرۂ ہوائی کی مختلف تہوں کی ساخت کا اِس پر اثر پڑتا ہے ۔ یہ بھی صاف ظاہر ہے کہ یہ کلیہ اُفق پر قائم نہیں رہ سکتا جہاں راسی فاصلہ = ۹۰°، کیونکہ مس ۹۰° = لا متناہی

کسی مشاہدہ کردہ راسی فاصلہ کے لیے جو ۷۵° سے کم ہو انعطاف کی مقدار معلوم کرنے کے لیے مس ر کی قیمت درج کر دینا کافی ہوگا بشرطیکہ مستقل ک کی قیمت معلوم ہو جس کے معلوم کرنے کے طریقے ہم ذیل میں درج کرتے ہیں :۔

۱۳ ۔ انعطاف کی مستقل قدر کی تعیین جب کہ مقام کا عرض بلد معلوم ہو۔ یہ معلوم کرنے کے لیے نصف النہاری دائرہ کے ذریعہ کسی ابدی الظہور ستارہ کے راسی فاصلے معلوم کرتے ہیں جب کہ یہ نصف النہار کو قطب سے اوپر اور نیچے عبور کرتا ہے۔

فرض کرو کہ مروروں کے وقت ایک ستارہ کے اصلی مقام م، ن ہیں تب مشاہدہ کنندہ کو انعطاف کی وجہ سے ستارہ اُٹھا ہوا مَ اور نَ پر معلوم ہوگا۔ مشاہدہ کردہ راسی فاصلوں یعنی سمَ اور سنَ کو ر، رَ سے تعبیر کرو:۔



شکل ۲۵

∴ سم = سمَ + انعطاف

= ر + ک مس ر

سن = سنَ + انعطاف

= رَ + ک مس رَ

جمع کرنے سے سم + سن = ر + رَ + ک (مس ر + مس رَ)

لیکن سا م + سا ن = ۲ عرض التمام (دیکھو دفعہ ۳۸)

(کیونکہ ق ف = مقام کا عرض بلد) = ۱۸۰° - ۲ عرضِ بلد

∴ ۱۸۰° - ۲ عرض بلد = ر + رَ + ک (مس ر + مس رَ)

∴ ک = (۱۸۰° - ۲ عرض بلد - ر - رَ) / (مس ر + مس رَ)

لیکن مقام کا عرض بلد معلوم ہے اور ر ، رَ مشاہدہ کردہ ظاہری راسی فاصلے ہیں پس ک معلوم ہوجاتا ہے۔

۴۴ - **بریڈلے کا طریقہ** ــــ اگر مقام کا عرض بلد معلوم نہ ہو تو بھی ڈاکٹر بریڈلے کے طریقے سے انعطاف کی قدر معلوم ہوسکتی ہے۔ ڈاکٹر موصوف کے طریقہ میں کسی ابدی الظہور ستارہ کے راسی فاصلے اس کے دونوں مروروں کے وقت معلوم کرنے کے علاوہ سورج کا راسی فاصلہ معلوم کرتے ہیں جب کہ یہ انقلابِ گرما اور سرما کے وقت نصف النہار میں ہو یعنی جب کہ اس کے میل بالترتیب ۲۳° ۲۸′ شمال اور ۲۳° ۲۸′ جنوب ہوں۔ فرض کرو کہ یہ مشاہدہ کردہ راسی فاصلے س اور سَ ہیں۔ اب اگر ج اور ب سورج کے اصلی مقاموں کو تعبیر کریں (دیکھو شکل ۲۵) تو اس کے ظاہری مقام اُٹھے ہوئے جَ اور بَ پر معلوم ہونگے۔

∴ سا ج = سا جَ + انعطاف = س + ک مس س

∴ سا ب = سا بَ + انعطاف = سَ + ک مس سَ

جمع کرنے سے سا ج + سا ب = س + سَ + ک (مس س + مس سَ)

لیکن سا ج + سا ب = ۲ سا س حسبِ سابق اور قوس سا س = ق ف (کیونکہ ان دونوں کا مکمل سا ق ہے) = عرض بلد

∴ ۲ عرض بلد = س + سَ + ک (مس س + مس سَ)

نیز کسی ابدی الظہور ستارہ پر مشاہدات کرنے سے گزشتہ طریقہ کے مطابق

۱۸۰° - ۲ عرض بلد = ر + رَ + ک (مس ر + مس رَ)

اِن دونوں مساواتوں کو جمع کرنے سے ہم عرض بلد کو ساقط کردیتے ہیں، پس

۱۸۰° = ر + رَ + س + سَ + ک {مس ر + مس رَ + مس س + مس سَ}

Bradley ہ

∴ ک = (۱۸۰° - ر - رَ - س - سَ) ÷ (مس ر + مس رَ + مس س + مس سَ)

لیکن ر، رَ، س، سَ مشاہدہ سے معلوم ہیں لہذا ک کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے بریڈلے کے طریقہ میں فائدہ یہ ہے کہ اِس میں عرض بلد کے جاننے کی ضرورت نہیں پڑتی لیکن یہ ضرور ہے کہ اِن مشاہدات کی تکمیل کے لیے چھ ماہ کا عرصہ درکار ہوتا ہے۔
اِن طریقوں سے انعطاف کے مستقل کی قیمت تقریباً ″۵۸٫۲ معلوم کی گئی ہے،

∴ لا = ″۵۸٫۲ مس ر

۴۲ا۔ انعطاف کی قدر اور نیز مقام کا عرض بلد دونوں قطب سے اوپر اور نیچے مروروں کے وقت دو ابدی الظہور ستاروں کے راسی فاصلے مشاہدہ کرنے سے بھی معلوم ہو سکتے ہیں۔

پس ایک ستارہ کے لیے

۱۸۰° - ۲ عرض بلد = ر + رَ + ک (مس ر + مس رَ)

اسی طرح سے دُوسرے ستارہ کے لیے

۱۸۰° - ۲ عرض بلد = ر۱ + رَ۱ + ک (مس ر۱ + مس رَ۱)

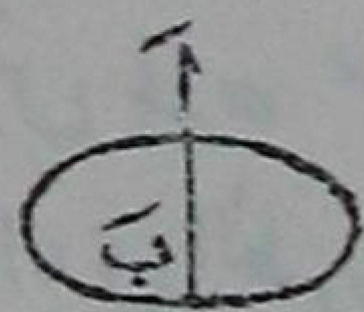
∴ ر + رَ + ک (مس ر + مس رَ) = ر۱ + رَ۱ + ک (مس ر۱ + مس رَ۱)

∴ ک (مس ر + مس رَ - مس ر۱ - مس رَ۱) = ر۱ + رَ۱ - ر - رَ

∴ ک = (ر۱ + رَ۱ - ر - رَ) ÷ (مس ر + مس رَ - مس ر۱ - مس رَ۱)

ک کی قیمت اِس طرح معلوم کر لینے کے بعد اس قیمت کو اوپر کی ایک مساوات میں مندرج کرنے سے ہمیں مقام کا عرض بلد معلوم ہو سکتا ہے۔

۴۳۔ انعطاف کا ایک عجیب نتیجہ یہ ہے کہ جب سورج اور چاند اُفق کے قریب پہنچتے ہیں تو ان کی شکل قطع ناقص کے مانند نظر آتی ہے۔





شکل ۲۶

اِس منظر کی وجہ یہ ہے کہ نیچے کا کنارہ اُفق کے زیادہ قریب ہونے کی وجہ سے انعطاف کے ذریعہ اوپر کے کنارہ کی نسبت زیادہ اٹھا ہوا معلوم ہوتا ہے ۔ پس انتصابی قطر اب چھوٹا ہوکر ا ب کی طرح دکھائی دیگا اور اُفقی قطر وہی رہیگا ۔

جب سورج اور چاند اُفق کے قریب ہوں تو اِن کے انتصابی قطروں میں یہ ظاہری کمی پُورے قطر کے تقریباً ۱/۶ ویں حصہ کے مساوی ہوتی ہے یعنی تقریباً ۵' کے قریب ہوتی ہے ۔

مشقیں

۱ ۔ ایک ستارہ کا ظاہری راسی فاصلہ ۳۰° ہے ، اگر انعطاف کی قدر ۵۸٫۲" ہو تو اس کا اصلی راسی فاصلہ معلوم کرو ۔

یہاں انعطاف = ۵۸٫۲" مس ۳۰°

= ۵۸٫۲" × ۱/۳√ = ۳۳٫۶"

∴ اصلی راسی فاصلہ = ۳۰° ۰' ۳۳٫۶"

۲ ۔ ایک ستارہ کا ظاہری ارتفاع ۳۰° ہے ، اگر انعطاف کی قدر ۵۸٫۲" ہو تو اصلی ارتفاع معلوم کرو ۔ جواب ۲۹° ۵۸' ۱۹٫۲"

۳ ۔ ایک ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ کرنے سے معلوم ہوا کہ اِس کی جیب ۵/۱۳ ہے ، یہ مان کر کہ ۴۵° کے ارتفاع پر انعطاف کی مقدار ۵۸٫۲" ہے ستارہ مذکور کا اصلی مقام معلوم کرو ۔

یہاں انعطاف = ک مس ھ

لیکن ک = ۵۸٫۲" کیونکہ مس ۴۵° = ۱

اور مس ھ = مم (ارتفاع) = ۱۲/۵

∴ انعطاف = ۱۲/۵ × ۵۸٫۲" = ۲' ۱۹٫۶۷"

لہٰذا اصلی ارتفاع مشاہدہ کردہ ارتفاع سے بقدر ۲' ۱۹٫۷" کم ہے ۔

۴ ۔ ایک ابدی الظہور ستارہ کے نصف النہاری ارتفاع ۲۰° اور ۳۰° کے مساوی ہیں اور انعطاف کے لیے متناظر تصحیحات ۱' ۴۰" اور ۱' ۹" ہیں ۔ مقام مشاہدہ کا

عرض بلد معلوم کرو۔

جواب - ۲۴° ۵۸′ ۳۵٫۵″

۵ - انعطاف کے زیرِ اثر ایک جسم کا ظاہری ارتفاع عَہ ہے، اگر اصلی ارتفاع عہ ہو تو مساوات عہ = عَہ - ۵۸٫۲″ × حم عَہ کو ثابت کرو۔

۶ - ایک مقام پر ایک ابدی الظہور ستارہ کے نصف النہاری راسی فاصلے ۴۷° ۲۸′ اور ۲۲° ۱۸′ مشاہدہ کیے گئے ہیں، اگر ان زاویوں کے مماس بالترتیب ۱٫۰۹ اور ۱٫۴۱ ہوں تو مقامِ مذکور کا عرض بلد معلوم کرو جب کہ انعطاف کی قدر ۵۸٫۲″ ہو۔

یہاں (بلحاظ دفعہ ۱۴) ۲ عرض التمام = ر + رَ + ک (مس ر + مس رَ)

یا ۲ عرض التمام = ۴۷° ۲۸′ + ۲۲° ۱۸′ + ۵۸٫۲″ (۱٫۰۹ + ۱٫۴۱)

= ۶۹° ۴۶′ + ۵۸٫۲″ × ۲٫۵

= ۶۹° ۴۷′ ۳۷٫۶″

∴ عرض التمام = ۳۴° ۵۳′ ۴۸٫۸″

∴ عرض بلد = ۵۵° ۶′ ۱۱٫۲″

پانچواں باب

سُورج



۴۴ - ساکنانِ ارض کے لیے تمام اجرامِ فلکی کی نسبت سورج سب سے زیادہ اہمیت رکھتا ہے۔ اس کی شعاعیں نہ صرف زمین کو بلکہ باقی سیاروں کو بھی روشنی اور گرمی پہنچاتی ہیں، اس کی کشش ان کی حرکتوں پر ضبط قائم رکھتی ہے اور اس کی بدولت یہ اپنے اپنے مداروں پر گردش کرتے رہتے ہیں۔ اس لیے یہ مقامِ تعجب نہیں کہ نہایت قدیم زمانہ سے سورج کی شاندار ہستی امورِ ارضی پر اپنے نہایت وقیع اثرات کی بدولت اہلِ زمین کے لیے موجبِ تخویف و تعظیم رہی ہے۔

سورج ایک نہایت درجہ کا گرم اور روشن جرم ہے اور اس کا فاصلہ زمین سے تقریباً ۹۲۷۰۰۰۰۰ میل ہے۔ خردہ پیما کے ذریعہ پیمائش کرنے سے اُس زاویہ کی قیمت جو اس کے قُرص کے قطر کے محاذی زمین پر بنتا ہے بالاوسط ۳۲´ نکلتی ہے۔ اس کی مدد سے سورج کا قطر میلوں میں اِس طرح محسوب ہو سکتا ہے۔

$$\frac{\text{ق}}{۹۲۷۰۰۰۰۰} = \frac{۶۰ \times ۳۲}{۲۰۶۲۶۵''}$$

اس سے ہمیں سورج کے قطر ق کی قیمت تقریباً ۸۶۰۰۰۰ میل حاصل ہوتی ہے جو زمین کے قطر کی تقریباً ۱۱۰ گنی ہے۔

چونکہ دو کُروں کے حجم اُن کے قطروں کے مکعبوں کے متناسب ہوتے ہیں، اس لیے

سورج کا حجم = $(۱۱۰)^۳ \times$ زمین کا حجم

= ۱۳۳۱۰۰۰ × زمین کا حجم

گویا اگر زمین کی جسامت کے ۱۳۳۱۰۰۰ کُروں کو پگھلا کر ایک کرہ تیار کیا جائے تو موخر الذکر کرہ کا حجم تقریباً سورج کے حجم کے مساوی ہوگا۔

مگر سورج کی کثافت اس کی طبعی حالت کی وجہ سے زمین کی کثافت کا تقریباً ایک چوتھائی ہے جس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ سورج کی کمیت زمین کی کمیت کی تقریباً ۳۳۳۰۰۰ گنی ہے۔

سُورج کی ظاہری یومیہ اور سالانہ گردشیں

۵۴ - باب اوّل میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ دیگر اجرامِ فلکی کی طرح سُورج بھی مشرق سے مغرب کی طرف ایک ظاہری اور نسبتہً تیز یومیہ گردش رکھتا ہے، اس گردش کے علاوہ وہ مغرب سے مشرق کی طرف ثابت ستاروں میں ایک اور گردش بھی رکھتا ہے جس کی شرح تقریباً ۱° فی یوم کے مساوی ہے، اس موخر الذکر گردش کی تکمیل ایک سال میں ہوتی ہے۔ صعودِ مستقیم کی ۱° اوسط روزانہ کی تبدیلی، وقت کے تقریباً ۴ منٹوں کے مساوی ہوتی ہے کیونکہ ۱۵° تقریباً ایک گھنٹہ کے مساوی ہوتے ہیں۔ پس اوسط شمسی دن کوکبی دن سے بقدر تقریباً ۴ منٹ کے بڑا ہوتا ہے۔

باب دوم میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ اجرامِ فلکی کی ظاہری یومیہ گردش درحقیقت زمین کے اپنے محور کے گرد گردش کرنے پر مبنی ہے۔

اب ہم یہ بتائینگے کہ طریق الشمس پر سُورج کی یہ سالانہ گردش بھی دراصل سُورج کے گرد ایک مدار پر زمین کے حرکت کرنے پر مبنی ہے۔

ثوابت کے درمیان سُورج کے مقام میں جو بتدریج تبدیلی ہوتی رہتی ہے اس کی وجہ سے دورانِ سال میں کسی خاص ساعت پر افلاک کے منظر میں بھی بتدریج تغیر ہوتا رہتا ہے، مثلاً وہ ستارے اور صُور سماوی جو انگلستان میں موسمِ سرما میں رات کے ۱۱ بجے نظر آتے ہیں جیسے شعرائے یمانی، دبران، ثریا، جبار، وغیرہ، گرما میں اسی ساعت پر اُفق سے نیچے ہونگے اور نظر نہیں آئینگے۔ اس کی توجیہ کوئی مشکل امر نہیں ہے اگر ہم یہ ملحوظِ خاطر رکھیں کہ رات کے ۱۱ بجے سے مراد سورج کے نصف النہار سے

گزرنے کے ۱۱ گھنٹے بعد کا وقت ہے، پس اگر مسلسل راتوں کو ایک ہی ساعت میں کسی ستارہ کو مشاہدہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ اس کا مقام بلحاظ اُفق کے اور بلحاظ نصف النہار کے بدلتا رہتا ہے۔

کرۂ سماوی پر سُورج کے سالانہ راستہ کو مرتسم کرنا

۴۶۔ سُورج کی نہایت تیز چمک کی وجہ سے رصدگاہ میں بھی اس کے قرص کے قریب کے ستاروں کو مشاہدہ نہیں کیا جاسکتا اور بنا بریں ان کے لحاظ سے اس کے مقام کو راست طور پر نہیں ناپا جاسکتا۔ اِس صورت میں طریق الشمس کے مرتسم کرنے کے لیے ہمیں کیا کرنا چاہیے؟ چونکہ زمانۂ سلف کے ہیئت دان زیادہ صحت اور باریکی کے آلات سے محروم تھے اس لیے اُن کے لیے یہ مسئلہ فی الحقیقت بڑا مشکل تھا۔ ہپارکس[۵] (۱۶۰ قبل از مسیح) نے دن کے وقت سورج کا مقام بلحاظ چاند کے مقام کے معلوم کیا اور پھر رات کے وقت چاند کے مقام کو ثابت ستاروں میں معلوم کرکے اس سے سُورج کا مقام مستنبط کیا۔ لیکن زمانۂ حال کی رصدگاہ میں دائرۂ مرور اور ہیئتی گھڑی کی مدد سے ہم سُورج کے مرکز کا صعودِ مستقیم اور مَیل معلوم کرسکتے ہیں جس سے ہم کرۂ سماوی پر ثابت ستاروں میں سُورج کے مقام کا تعیّن کرسکتے ہیں۔ ہر روز دوپہر کے وقت اِن مشاہدات کو دُہرانے سے اِس کا سالانہ راستہ مُرتسم ہوسکتا ہے۔

اِس طرح کرۂ سماوی پر طریق الشمس کا نقشہ کھینچنے سے معلوم ہوگا کہ یہ ایک دائرۂ کبیر ہے یعنی اس کی سطح مستوی زمین میں سے گزرتی ہے جو اس کے مرکز پر واقع ہے۔ لیکن صرف اِس بنا پر کہ اس راستہ کا ظل خیالی کرۂ سماوی پر ایک دائرہ ہوتا ہے ہمیں ہرگز گمان نہ کرنا چاہیے کہ سُورج کی سالانہ گردش کی یہ توجیہ ہے کہ وہ زمین کے گرد دائرے میں گردش کرتا ہے۔ کیونکہ اگر سُورج ایک دائرہ پر حرکت کرتا اور زمین اِس دائرہ کے مرکز پر ہوتی تو اس کا لازمی نتیجہ یہ ہوتا کہ اس کے قرص کے محاذی زمین پر ہمیشہ ایک ہی زاویہ بنتا بشرطیکہ خود سُورج کے حجم میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہو۔ لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ یہ زاویہ ہمیشہ وہی نہیں رہتا بلکہ اس میں اثنائے سال میں مسلسل تغیرات کا ایک دَور واقع ہوتا رہتا ہے، اِس کی بڑی سے بڑی

[۵] Hipparchus

قیمت ۳۱ دسمبر کو ۳۲ʹ ۳۶ʺ ہوتی ہے اور چھوٹی سے چھوٹی قیمت یکم جولائی کو ۳۱ʹ ۳۲ʺ ہوتی ہے۔

اِس سے ظاہر ہے کہ سُورج ۳۱ دسمبر کو زمین کے قریب ترین ہوتا ہے اور یکم جولائی کو بعید ترین لیکن فرق کچھ زیادہ نہیں ہوتا۔ اِس سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ اگر سورج زمین کے گرد گردش کرتا ہے تو اس کا راستہ مکمل طور پر نہیں لیکن تقریباً مستدیر ہے۔

زمین کی حرکت کی وجہ سے سُورج کی ظاہری سالانہ گردش

۴۷۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ طریق شمس پر سُورج کی ظاہری سالانہ گردش اور موسموں کی تبدیلیاں صرف اسی مفروضہ کی بنا پر سمجھائی جا سکتی ہیں کہ زمین سُورج کے گرد اپنے مدار پر حرکت کرتی ہے اور یہ گردش ایک سال میں پُوری ہوتی ہے اِس لیے ہم ذیل کے دو مفروضات میں سے کسی ایک کو مان سکتے ہیں۔

(۱) یا سُورج زمین کے گرد حرکت کرتا ہے اور اس کا مدار تقریباً مستدیر ہے یا زمین سُورج کے گرد گھومتی ہے اور اس کا مدار تقریباً مستدیر ہے۔

امورِ ذیل پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ صرف موخر الذکر مفروضہ ہی قابلِ تسلیم ہے۔

(۱) یہ معلوم ہے (دیکھو بابِ ششم) کہ سیّارے جو غیر شفاف اجرام ہیں اور زمین کی طرح سُورج سے ہی نور اور حرارت کسب کرتے ہیں وہ سب کے سب سُورج کے گرد حرکت کرتے ہیں اور اُن کے مدار تقریباً مستدیر ہیں۔ یہ بھی معلوم ہے کہ اِن میں سے بعض زمین سے بڑے اور بعض زمین سے چھوٹے ہیں، بعض سُورج سے زیادہ فاصلہ پر ہیں اور بعض کم فاصلہ پر، نیز زمین کی دَوری مدت (۳۶۵ ¼ دن) اور سورج سے اس کا اوسط فاصلہ (۹ کروڑ ۲۰ لاکھ میل) دونوں کیپلر کے تیسرے کلیہ کو پورا کرتے ہیں (دیکھو بابِ ششم) جس کی رُو سے سیّاروں کی دَوری مدتوں کے مربعے ایسے بدلتے ہیں جیسے سُورج سے ان کے اوسط فاصلوں کے مکعب، اب ہم موافقتِ حالات کی بنا پر استدلال کر سکتے ہیں کہ زمین بھی باقی سیّاروں کی طرح سُورج کے گرد گھومتی ہے۔

(۲) علمِ حرکت کے اصولوں کی رُو سے ہمیں معلوم ہے کہ سورج، زمین اور سیارے ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں اور اس کشش کی وجہ سے یا ان کو ایک دوسرے سے آملنا چاہیے یا پورے نظام کے مشترک مرکزِ ثقل کے گرد گھومنا چاہیے۔ لیکن اکیلے سورج کی کمیت باقی سب سیاروں کی مجموعی کمیت سے بھی بہت زیادہ ہے اس لیے سب کا مشترک مرکزِ ثقل سورج کے اندر ایک نقطہ ہے جو سورج کے مرکز سے کچھ زیادہ فاصلہ پر نہیں ہے، لہٰذا زمین اور دیگر سیاروں کو لازماً اِس نقطہ کے گرد گردش کرنا چاہیے۔

(۳) ثابت ستاروں (باب ہشتم) کے نور کی ضلالت کی توجیہ سوائے اِس مفروضہ کی بنا پر کہ زمین سورج کے گرد گھومتی ہے اور کسی طرح نہیں کی جاسکتی۔

زمین کے محور کی متوازیت

۴۸۔ ہم دیکھ سکتے ہیں کہ اگرچہ زمین سورج کے گرد گھومتی ہے لیکن قطب سماوی کا مقام ستاروں کے لحاظ سے دورانِ سال میں تقریباً مستقل رہتا ہے۔ اِس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ زمین کا محور ہمیشہ ایک ہی سمت میں یعنی اپنے متوازی رہتا ہے جب کہ زمین سورج کے گرد حرکت کرتی ہے۔

چونکہ طریقِ شمس کی سطح مستوی یا بالفاظِ دیگر زمین کے مدار کی سطح مستوی خطِ استوا کے ساتھ ۲۳° ۲۸′ کا زاویہ بناتی ہے اس لیے زمین کا محور جو استوا پر عمود ہوتا ہے اِس کے مدار کی سطح مستوی کے ساتھ ۲۳° ۲۸′ کے متمم کے برابر یعنی ۶۶° ۳۲′ کا زاویہ بناتا ہے۔

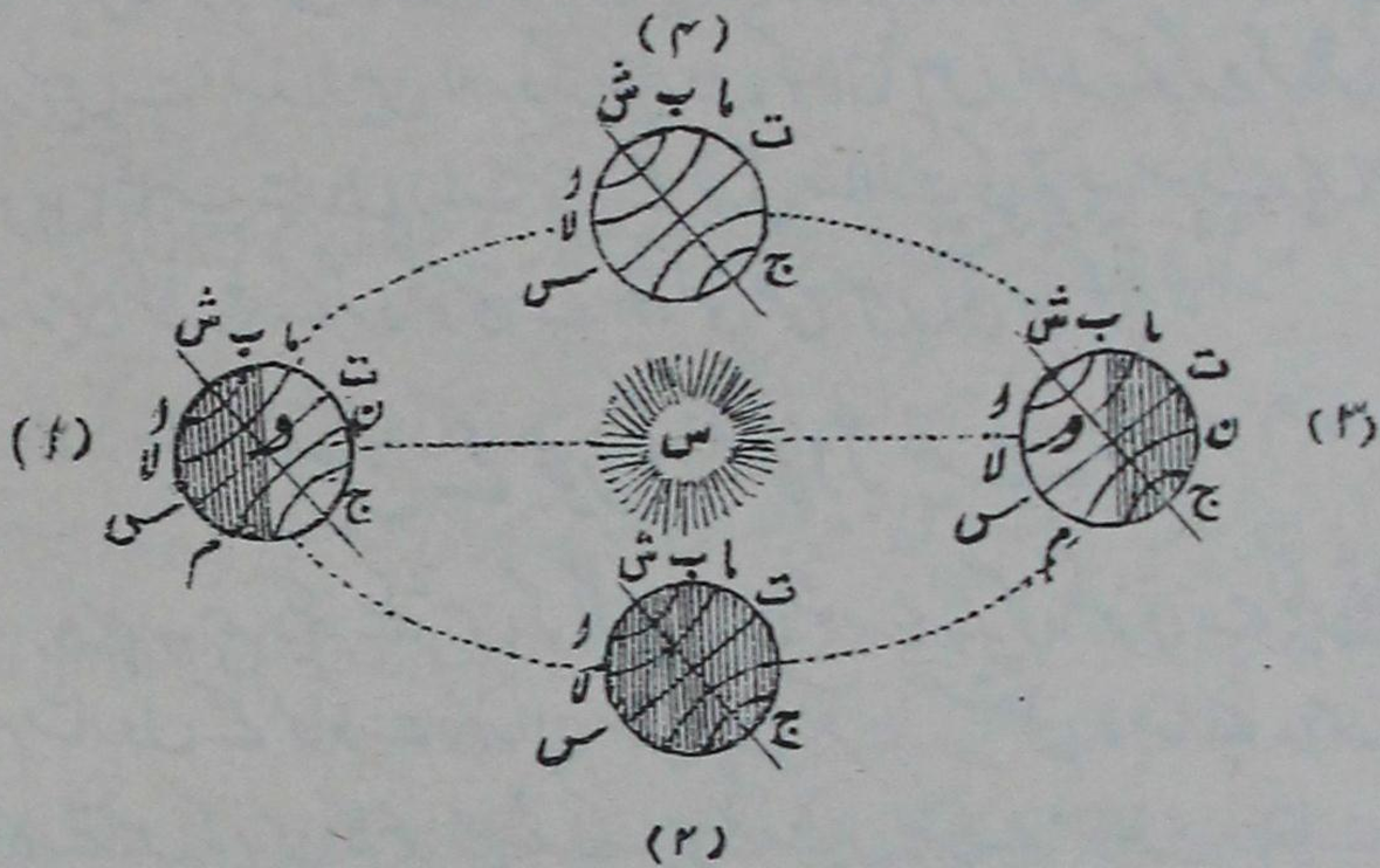
موسم

۴۹۔ موسموں کی تبدیلیاں مدار کی سطح مستوی کے ساتھ زمین کے محور کے اِس مستقل میلان پر مبنی ہیں۔

شکل ۲۷ میں سورج کے گرد زمین کے مدار کی شکل دکھائی گئی ہے، ش ج زمین کا محور ہے، اور انقلابِ گرما و سرما اور اعتدالِ خریف و ربیع کے لحاظ سے اس کے چار متوازی مقام دکھائے گئے ہیں۔ س ت استوا ہے، ا ب اور ج د بالترتیب باردۂ شمالی اور باردۂ جنوبی کے دائرے ہیں، و زمین کا مرکز ہے اور س سورج ہے۔

محل (۱) انقلاب سرما (شکل کی بائیں جانب)

اِس سے زمین کا وہ محلّ تعبیر ہوتا ہے جب اِس کے محور کا شمالی حصہ سورج کے سامنے نہیں ہوتا یعنی جب ∠ ش و س بڑے سے بڑا ہوتا ہے، یہ ۲۱ دسمبر کو واقع ہوتا ہے جب کہ سورج انتصاباً خطِ جدی م ن پر ہوتا ہے۔



شکل ۲۷

چونکہ زاویہ ب و س = ۹۰° اس لیے زاویہ ش و س = ۹۰° + ۲۳° ۲۸′ = ۱۱۳° ۲۸′۔ اگر کوئی شخص قطب شمالی پر کھڑا ہو تو اس کے لیے یہ وقت چھ ماہ کی طویل رات کا وسط ہوگا کیونکہ شکل کو دیکھنے سے ظاہر ہے کہ زمین کی محوری گردش سے اس پر کا کوئی مقام جس کا فاصلہ ش سے ۲۳° ۲۸′ سے زیادہ نہ ہو سورج کے سامنے نہ آئیگا۔ اگر ہم ش سے ۲۳° ۲۸′ کے فاصلہ پر ایک صغیر دائرہ کھینچیں جو عین روشنی اور تاریکی کی حدِّ فاصل تک پہنچتا ہو تو یہ دائرہ، دائرۂ باردۂ شمالی پر منطبق ہوگا۔ قطب جنوبی کے گرد صورتِ حال اس کے عین برعکس ہوگی اور یہاں اس وقت چھ ماہ لمبے دن کا عین وسط ہوگا اور اگر کوئی شخص منطقۂ باردۂ شمالی میں کھڑا ہو تو اِس کے لیے بعد مرور ۱۲ بجنے پر بھی سورج غروب نہ ہوگا۔

محل (۳) انقلاب گرما (شکل کی دائیں جانب)

یہاں حالات بالکل برعکس ہونگے۔ زمین کا قطبِ شمالی سورج کے رُخ پر ہوگا

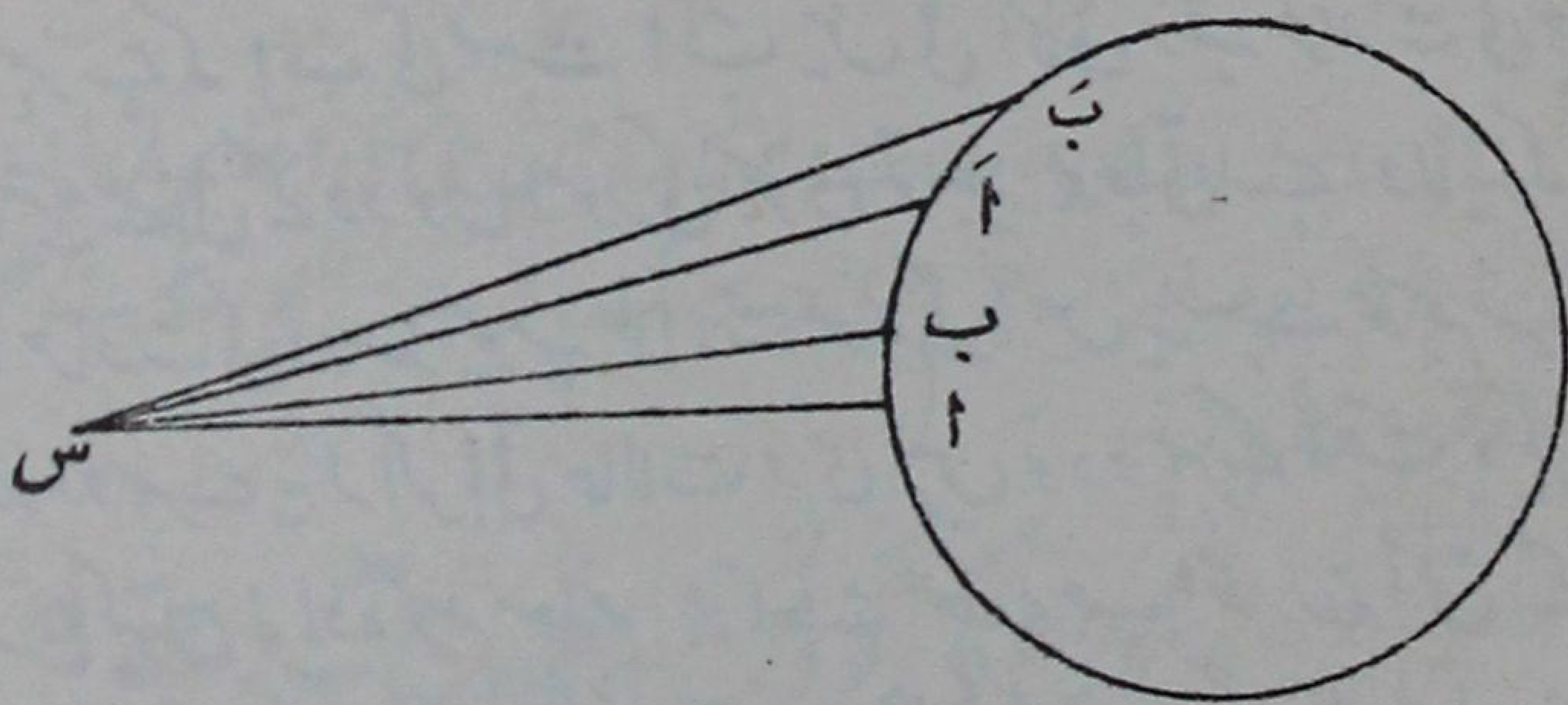
اور زاویہ ش و س کی قیمت چھوٹی سے چھوٹی یعنی ۹۰° - ۲۳° ۲۸′ = ۶۶° ۳۲′ کے مساوی ہوگی۔ اِس صورت میں سُورج خطِ سرطان لا ما پر عمود ہوگا اور اس وقت قطبِ شمالی پر چھ ماہ کے طویل دن کا وسط اور قطبِ جنوبی پر چھ ماہ کی طویل رات کا وسط ہوگا۔

محل (۲) و (۴)

یہ دونوں محل درمیانی وقفوں کے وسط میں زمین کے اُن دو مقاموں کو ظاہر کرتے ہیں جب کہ استوا کی سطح مستوی سُورج میں سے گزرتی ہے، لہٰذا ان اوقات میں سُورج استوائے سماوی پر کسی نہ کسی اعتدالی نقطہ پر ہوتا ہے پس یہاں زاویۂ ش و س = ۹۰° لہٰذا روشنی اور تاریکی کی حدِّ فاصل زمین کے قطبوں میں سے گزرتی ہے اور تمام زمین پر دن اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں، اس لیے اِن وقتوں کو اعتدالِ لیل و نہار کہتے ہیں، محل (۲) پر اعتدالِ ربیع اور محل (۴) پر اعتدالِ خریف ہوتا ہے۔

مقدارِ حرارت جو سُورج سے روزانہ حاصل ہوتی ہے

۵۰۔ موسمِ سرما کی نسبت موسمِ گرما میں ہر روز سُورج سے حرارت کی بالاوسط زیادہ مقدار حاصل ہوتی ہے۔ اس کے دو وجوہ ہیں: (۱) سُورج موسمِ سرما کی نسبت گرما میں زیادہ عرصہ اُفق کے اُوپر رہتا ہے اور (۲) وہ سرما کی نسبت گرما میں زیادہ نصف النہاری ارتفاع پر ہوتا ہے۔ لیکن اس کی کیا وجہ ہے کہ جب سُورج کا نصف النہاری ارتفاع زیادہ ہو تو ہمیں حرارت کی زیادہ مقدار حاصل ہوتی ہے بہ نسبت اِس صورت کے جب کہ وہ اُفق کے زیادہ قریب ہو۔



شکل ۲۸

کیا یہ کہنا درست ہے کہ وہ اس وقت ہمارے زیادہ نزدیک ہوتا ہے؟ نہیں بلکہ وہ دوپہر کے وقت جب کہ اُس کی شعاعیں گرم ہوتی ہیں عملاً اتنے ہی فاصلہ پر ہوتا ہے جتنے فاصلہ پر کہ وہ غروب کے وقت ہوتا ہے جب کہ اس سے بظاہر بہت کم حرارت حاصل ہوتی ہے، مزید براں ہم یہ بھی دیکھ چکے ہیں کہ وہ وسط سرما کو وسطِ گرما کی نسبت ہمارے زیادہ نزدیک ہوتا ہے۔ اِس کی اصلی وجہ یہ ہے کہ جب سُورج آسمان پر زیادہ ارتفاع پر ہوتا ہے تو اِس کی شعاعیں زمین پر سیدھی پڑتی ہیں اور برعکس اس کے جب وہ اُفق کے زیادہ قریب ہو تو اس کی شعاعیں زمین پر ترچھی پڑتی ہیں۔ اب اِس کا سبب ہے کہ دوسری صورت کی نسبت پہلی صورت میں اس کی شعاعوں سے زیادہ حرارت پہنچتی ہے، یہ بات شکل ۲۸ پر غور کرنے سے واضح ہوجائیگی۔ فرض کرو کہ س سُورج کا کوئی نقطہ ہے اور س اب، س اَبَ دو مخروط ہیں جن کے س پر کے راسی زاویے مساوی ہیں، اِن میں سے پہلا مخروط سطح زمین پر سیدھا پڑتا ہے اور دوسرا ترچھا، تب اگر کوئی شخص رقبہ اب کے اندر کھڑا ہو تو اس کو سُورج اوپر کی طرف دکھائی دیگا لیکن اَبَ کے اندر سے وہ اُسے اُفق کے نسبتہً قریب دکھائی دیگا۔

اب چونکہ مخروطوں کے راسی زاویے مساوی ہیں اس لیے ہم فرض کرسکتے ہیں کہ نقطہ س سے حرارت کا اشعاع مساوی مقداروں میں ہوتا ہے اور بنائً علیہ رقبے اب اور اَبَ دونوں حرارت کی مساوی مقداریں حاصل کرتے ہیں، لیکن رقبۂ اَبَ جو مخروط کی ترچھی تراش سے حاصل ہوتا ہے اب سے جو سیدھی تراش سے حاصل ہوتا ہے بڑا ہے، اب چونکہ حرارت کی مساوی مقداریں دونوں رقبوں پر منقسم ہوتی ہیں اس لیے ظاہر ہے کہ اب کی نسبت اَبَ میں فی اکائی رقبہ حرارت کی مقدار کم ہوگی۔

اس تشریح سے ذیل کے دونوں امور کی بخوبی توجیہ ہوجاتی ہے اولاً یہ کہ سُورج سے حاصل کردہ حرارت کی اوسط یومیہ حرارت موسم گرما میں بہ نسبت موسم سرما کے کیوں زیادہ ہوتی ہے اور دوسرے یہ کہ اگر باقی حالات وہی رہیں تو دوپہر کے وقت دیگر اوقات کی نسبت سورج کیوں زیادہ گرم معلوم ہوتا ہے معہذا جب سُورج اُفق کے قریب ہوتا ہے تو اس کی شعاعوں کو کرۂ ہوائی کی زیادہ موٹائی میں سے گزرنا پڑتا ہے اور بنابریں کرۂ ہوائی میں حرارت کی نسبتاً زیادہ مقدار جذب ہو جاتی ہے جس سے متذکرۂ بالا

حرارتوں کا تفاوت اور بھی بڑھ جاتا ہے۔

اِن امور کی بنا پر ہمیں یہ توقع ہوتی ہے کہ شمالی عرض بلدوں میں سال بھر میں جون کا مہینہ سب سے گرم اور دسمبر کا مہینہ سب سے زیادہ سرد ہونا چاہیے لیکن عام طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ اوسط تپش جون کی نسبت اگست میں زیادہ اور سردی دسمبر کی نسبت فروری میں زیادہ ہوتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ زمین موسمِ سرما میں اپنی جو حرارت خارج کر چکی تھی اُس کو دوبارہ حاصل کرنے کے لیے اسے جون تک کا عرصہ کافی نہیں ہوتا لیکن جون کے بعد کے چند مہینوں میں زمین دن میں جتنی حرارت جذب کرتی ہے رات کے وقت اُتنی خارج نہیں کرتی۔ اس طرح سے اوسط تپش میں مسلسل اضافہ ہوتا رہتا ہے تاوقتیکہ چوبیس گھنٹوں میں حرارت کی حاصل شدہ اور خارج شدہ مقداریں باہم مساوی نہ ہو جائیں۔ اسی طرح انقلابِ سرما کے بعد کچھ عرصہ تک زمین حرارت کی جو مقدار دن کے وقت حاصل کرتی ہے اِس سے زیادہ رات کے وقت خارج کر دیتی ہے۔ اس لیے اِس دوران میں زمین سے حرارت کا اخراج ہوتا رہتا ہے تاوقتیکہ چوبیس گھنٹے میں آمد و خرچ کی مقداریں مساوی نہ ہو جائیں اور جب یہ مساوی ہو جائینگی تو اوسط تپش کا درجہ عموماً پست ترین ہوگا۔ اِس سے اِس پُرانی کہاوت کی بخوبی توجیہ ہو جاتی ہے کہ "جوں جوں دن بڑھتا ہے سردی بھی بڑھتی ہے"۔

یہی وجہ ہے کہ عین دوپہر کا وقت بھی دن کا گرم ترین وقت نہیں ہوتا کیونکہ اس کے بعد بھی کچھ عرصہ تک اکتسابِ حرارت کی شرح اخراجِ حرارت کی نسبت زیادہ رہتی ہے۔ اِسی طرح سے رات کا سرد ترین وقت آدھی رات کو نہیں بلکہ اس کے کچھ بعد ہوتا ہے۔

یاد رہے کہ اور بھی بہت سے اسباب ہیں جو کسی مقام کی اوسط تپش پر اثر رکھتے ہیں، مثلاً بادِ صرصر، ساحلِ سمندر سے بُعد یا قرب، خلیجی رَو سے قرب، سطحِ سمندر سے بلندی، وغیرہ وغیرہ۔

سُورج کی گردش۔ سُورج کے دھبّے

۵۱ - اگر سُورج کے قرص کو ایک دُوربین میں سے مشاہدہ کیا جائے تو

م دیکھتے ہیں کہ یہ دونوں وقفے تقریباً مساوی ہیں اس سے ہم یہ نتیجہ
سورج ایک محور کے گرد گردش کرتا ہے لیکن ان دھبوں کی پوری گردش کی
کی ظاہری گردش کی مدت سے قدرے کم ہوتی ہے کیونکہ اس میں زمین کی
کا لحاظ رکھنا چاہیے۔ دھبوں کا ظاہری دور ۲۷ یوم کا ہوتا ہے اور سورج
۲۵ یوم میں اپنی محوری گردش کی تکمیل کرتا ہے۔

دھبے حاشیوں کی نسبت مرکز پر زیادہ تاریک ہیں، مرکز پر کے تاریک حصّہ کو
ہیں، اس کے گرد کے مقابلۃً کم تاریک حصّہ کو ظلِ مشوب کہتے ہیں جو بظاہر
کرنے والے ریشوں پر مشتمل معلوم ہوتا ہے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ
کے علاوہ جوان دھبوں میں سورج کی محوری گردش کی بنا پر ظہور پذیر
کی ناپ اور شکل میں بھی تبدیلی واقع ہوتی رہتی ہے اور چند ہفتوں یا مہینوں
لکل غائب ہو جاتے ہیں۔ سر رابرٹ بال کے الفاظ میں "ان واقعات سے
نبط ہوتے ہیں اُن میں شبہ کی مطلق گنجائش نہیں، اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ
سطح مادہ کی ٹھوس حالت میں نہیں ہے، اور نہ ہی مائع کی حالت میں ہے
اری حالت میں ہے"

اکثر اوقات ایسا ہوتا ہے کہ ایک بڑا دھبہ دو یا دو سے زیادہ چھوٹے دھبوں
جاتا ہے اور مشاہدہ کیا گیا ہے کہ بعض اوقات یہ دو حصّے ایک دوسرے
فتار سے علٰحدہ ہوتے ہیں جو ایک ہزار میل فی گھنٹہ سے کسی طرح کم نہیں ہوتی۔
ض بڑے بڑے دھبوں میں دیکھا گیا ہے کہ ظلِ محض سے مشاہدہ کنندہ کی
" کا زاویہ بنتا ہے جس سے تقریباً ۴۰ ہزار میل کا قطر تعبیر ہوتا ہے جو
ر سے ۵ گنا بڑا ہے۔

سُورج ایک کُرہ ہے۔

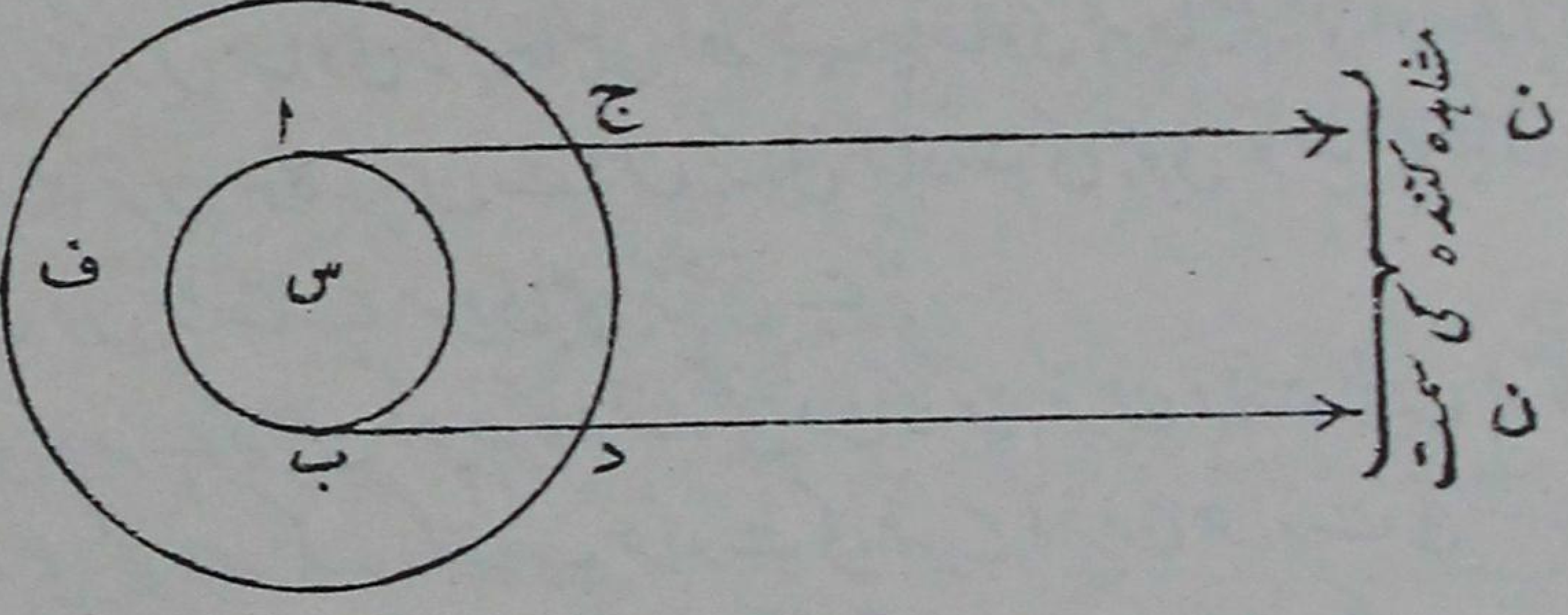
۵۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ سُورج ایک محور کے گرد گردش کرتا ہے اور ہم یہ
ہیں کہ قرص کی جو شکل مشاہدہ کنندہ کے سامنے آتی ہے وہ ہمیشہ مستدیر

اس کی سطح پر اکثر سیاہ دھبّے دکھائی دیتے ہیں - یہ دھبّے پہلے مشرقی کنارے پر نظر آتے ہیں اور سُورج کی چمک دار سطح پر آہستہ آہستہ حرکت کرتے ہوئے بالآخر مغربی کنارے کے پیچھے غائب ہوجاتے ہیں پھر کچھ دیر غائب رہنے کے بعد مشرقی کنارے سے نمودار ہوتے ہیں - علاوہ ازیں ان کے غائب رہنے اور دکھائی دینے کے عرصے دونوں مساوی ہوتے ہیں اور ہر ایک تقریباً ۱۳½ دن کا ہوتا ہے - ان مشاہدات سے ہم ذیل کے ایک نہ ایک نتیجہ پر پہنچتے ہیں :-

(۱) یا یہ اجرام ہیں جو سُورج کے گرد حرکت کر رہے ہیں اور سُورج اور مشاہدہ کنندہ کے درمیان حائل ہونے کی وجہ سے سُورج کی سطح پر دھبّوں کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں۔

(۲) یا یہ خود سُورج کی سطح پر واقع ہیں اور سُورج اپنے محور کے گرد گھومتا ہے۔

پہلے نتیجہ کے بدرجۂ اتم غیر اغلب ہونے کی تصدیق حسبِ ذیل ہوسکتی ہے۔ فرض کرو کہ ف ج د (شکل ۲۹) سُورج کے گرد اس قسم کے کسی جرم کے مفروضہ راستہ کو تعبیر کرتا ہے -



شکل ۲۹

مشاہدہ کنندہ کا مقام زمین پر ن ہے اور ن سے سُورج کے مماس ان ، ب ن کھینچے گئے ہیں - یہ مماس تقریباً متوازی ہیں کیونکہ مشاہدہ کنندہ کا فاصلہ سورج کے قطر کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہے - اب ظاہر ہے کہ جب جرم مفروضہ اپنے مدار ف ج د پر گردش کر رہا ہو تو یہ مشاہدہ کنندہ کو صرف اُسی عرصہ میں سُورج کی سطح پر حرکت کرتا ہوا دکھائی دیگا جب کہ یہ مدار کا حصہ ج د طے کر رہا ہو اور

ہوتی ہے کیونکہ اِس کے تمام قطر جو مختلف سمتوں میں خُردہ پیما کے ذریعہ ناپے جائیں ہمیشہ مساوی ہوتے ہیں ۔ اِس سے ظاہر ہے کہ سُورج ایک کرہ ہے کیونکہ ہم جانتے ہیں کہ سوائے کرہ کے کوئی جسم بھی ایسا نہیں جو اس طرح گھُومے جیسے سُورج گھومتا ہے اور ہمیشہ مستدیر رُخ پیش کرے۔

شفق

۵۳ ۔ ہم دیکھتے ہیں کہ غروب کے بعد پوری تاریکی چھا جانے کے لیے کچھ عرصہ درکار ہوتا ہے، اِس عرصہ کو شفق کہتے ہیں ۔ طلوع سے پہلے بھی اسی قسم کا کچھ وقفہ ہوتا ہے اِس وقفہ کو صبح صادق کہتے ہیں ۔ شفق سُورج کی شعاعوں کے بے ربط انعکاس سے پیدا ہوتی ہے جب کہ یہ شعاعیں کرۂ ہوائی کی اوپر کی تہوں سے منعکس ہوتی ہیں جب سُورج غروب ہو جاتا ہے تو اِس کی شعاعیں زمین کے انحناء کی وجہ سے ہم تک راست نہیں پہنچتیں لیکن کرۂ ہوائی یا اُن ذرات سے جو اِس میں آویزاں ہوتے ہیں ٹکرا کر ہماری طرف منعکس ہوتی ہیں۔

جب چھٹے درجہ کے چھوٹے ستارے راس میں نظر آنے لگتے ہیں تو کہا جاتا ہے کہ شفق ختم ہوگئی ۔ اس میں کلام نہیں کہ کرۂ ہوائی کے حالات سے اِس وقفہ کے طول میں جو غروب کے بعد مذکورہ بالا ستاروں کے دکھائی دینے تک گزرتا ہے بہت کچھ تغیر ہوتا رہتا ہے لیکن بالعموم چھٹے درجہ کے ستارے اُس وقت دکھائی دینے لگتے ہیں جب کہ اُفق کے نیچے سُورج کا عمودی فاصلہ ۱۸° سے زیادہ ہوجاتا ہے ۔

پس شفق ختم ہو جاتی ہے جب کہ سُورج کا عمودی فاصلہ اُفق کے نیچے ۱۸° سے زیادہ ہو جائے ۔ قلیل ترین شفق استوا پر ہوتی ہے ۔ اگر طالب علم کرۂ ہوائی (دفعہ ۲۰) کے نقشہ کو ملاحظہ کرے اور مشاہدہ کنندہ کو خطِ استوا پر کھڑا ہوا تصور کرے تو اُسے اس کے سمجھنے میں کوئی دِقّت نہ ہوگی ۔ سُورج کا یومیہ راستہ اس جگہ افق کو زاویۂ قائمہ پر قطع کرتا ہے اس لیے اِس کو افق کے نیچے ۱۸° تک پہنچنے میں بہت کم وقت لگتا ہے ۔ اس کے برعکس اگر کوئی شخص انگلستان میں مشاہدہ کرتا ہو تو سُورج غروب ہوتے وقت افق کو زاویۂ حادہ پر قطع کریگا اور جُوں جُوں ہم شمال کی طرف جائیں یہ زاویہ زیادہ چھوٹا ہوتا جائیگا ۔ اس لیے اُسے اُفق کے نیچے ۱۸° کی عمودی گہرائی پر پہنچنے کے لیے نسبتاً زیادہ

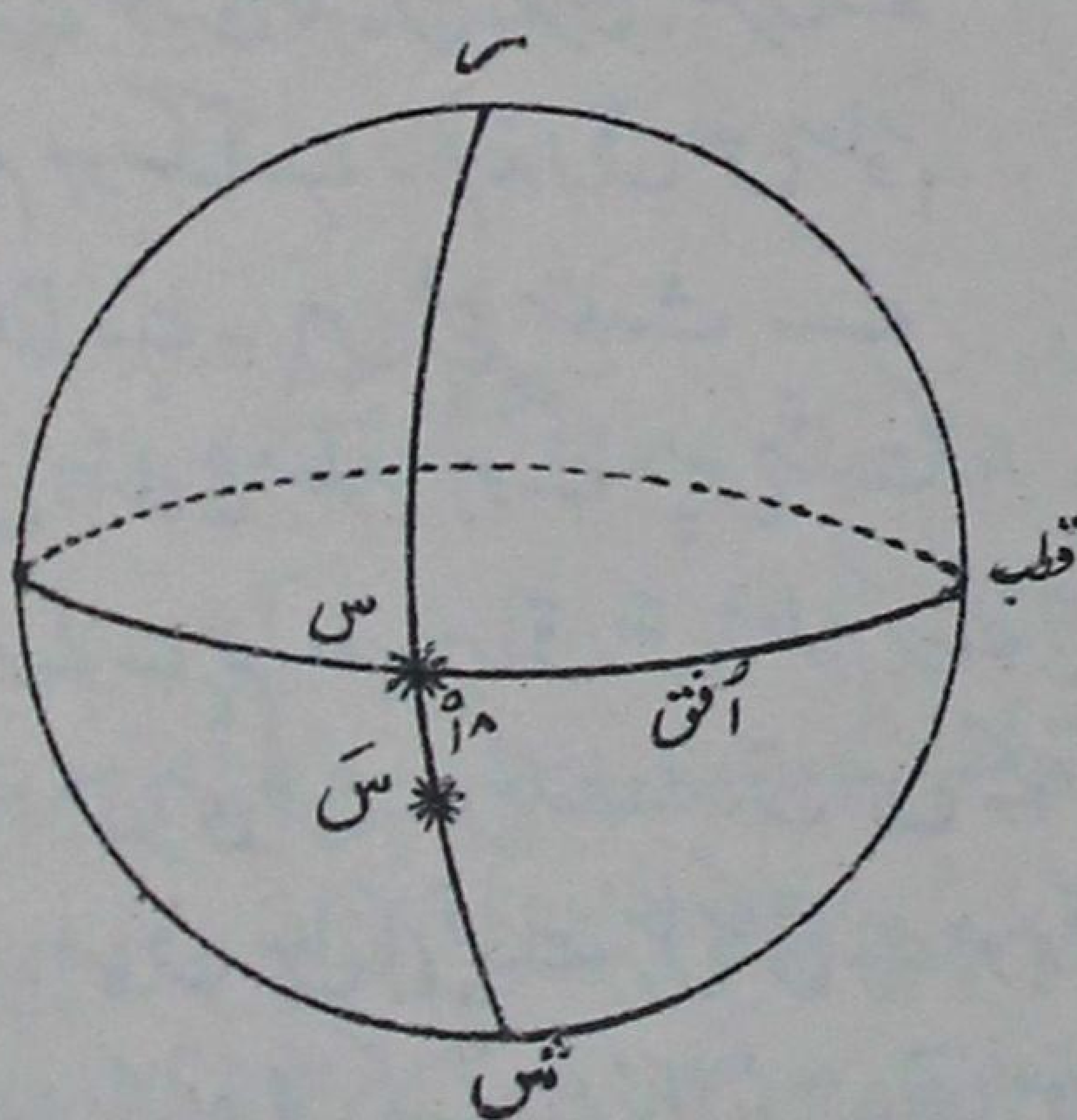
فاصلہ طے کرنا پڑیگا اور بناءً علیہ زیادہ وقت درکار ہوگا۔

۵۴۔ قطب شمالی اور قطب جنوبی پر شفق — ہم باب دوم میں دیکھ چکے ہیں کہ قطب شمالی پر سُورج چھ مہینے اُفق کے نیچے رہتا ہے یعنی ۲۳ ستمبر سے ۲۱ مارچ تک لیکن وہ، اِس اثناء میں کبھی اُفق کے نیچے بہت زیادہ عمودی فاصلہ پر نہیں جاتا، اس کی بڑی سے بڑی گہرائی ۲۳° ۲۸َ ہوتی ہے جس پر وہ ۲۱ دسمبر کو پہنچتا ہے۔ اسلئے اِس چھ مہینے کی رات کا زیادہ حصّہ شفق ہوتی ہے کیونکہ مطلق تاریکی اُس وقت تک نہیں ہوتی جب تک کہ سورج اُفق کے نیچے ۱۸° کے اندر رہتا ہے لیکن ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ شفق کا وقفہ اُس چھ مہینے کی رات کی اتنی ہی کسر ہوگی جتنی کہ ۱۸°، ۲۳° ۲۸َ کی کسر ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سورج کے مَیل میں جو تبدیلی ہوتی ہے وہ یکساں نہیں ہوتی۔ لیکن اگراس کو درست تسلیم کرلیا جائے تو چھ مہینے کی رات میں سے تقریباً ۴ مہینے شفق کے ہونگے یعنی ۲ ماہ ۲۳ ستمبر کے بعد اور ۲ ماہ ۲۱ مارچ سے پہلے۔

ظاہر ہے کہ یہ کلمات قطبِ جنوبی پر بھی صادق آئینگے جس اثنا میں سورج وہاں اُفق کے نیچے رہے یعنی ۲۱ مارچ سے ۲۳ ستمبر تک۔

جب سُورج اعتدالین پر ہو توخطِ استوا پر شفق کا وقفہ

۵۵۔ جب سُورج اعتدالین پر ہو تو اس کا یومیہ راستہ تقریباً اُستوائے سماوی پر منطبق ہوتا ہے اور اگر کوئی شخص زمین کے خطِ استوا پر کھڑا ہو تو اُسے یہ راستہ نقطۂ راس اور نظیر میں سے گزرتا ہے اور اس کے اُفق کو زاویۂ قائمہ پر قطع کرتا ہوا معلوم ہوگا۔



شکل ۳۰

فرض کروکہ س بوقت غروب سُورج کو تعبیر کرتا ہے (دیکھو شکل ۳۰)۔ اور شفق کے اختتام پر سُورج کا مقام سَ ہے۔

اب ہمیں یہ معلوم کرنا ہے کہ

اُسے اپنے یومیہ راستہ کے حصّہ س سَ یعنی ۱۸° کے طے کرنے میں کتنا وقت درکار ہوتا ہے۔

چونکہ ۳۶۰° میں سے گزرنے میں ۲۴ گھنٹے صرف ہوتے ہیں

∴ ۳۶۰° : ۱۸° :: ۲۴ گھنٹے : لا

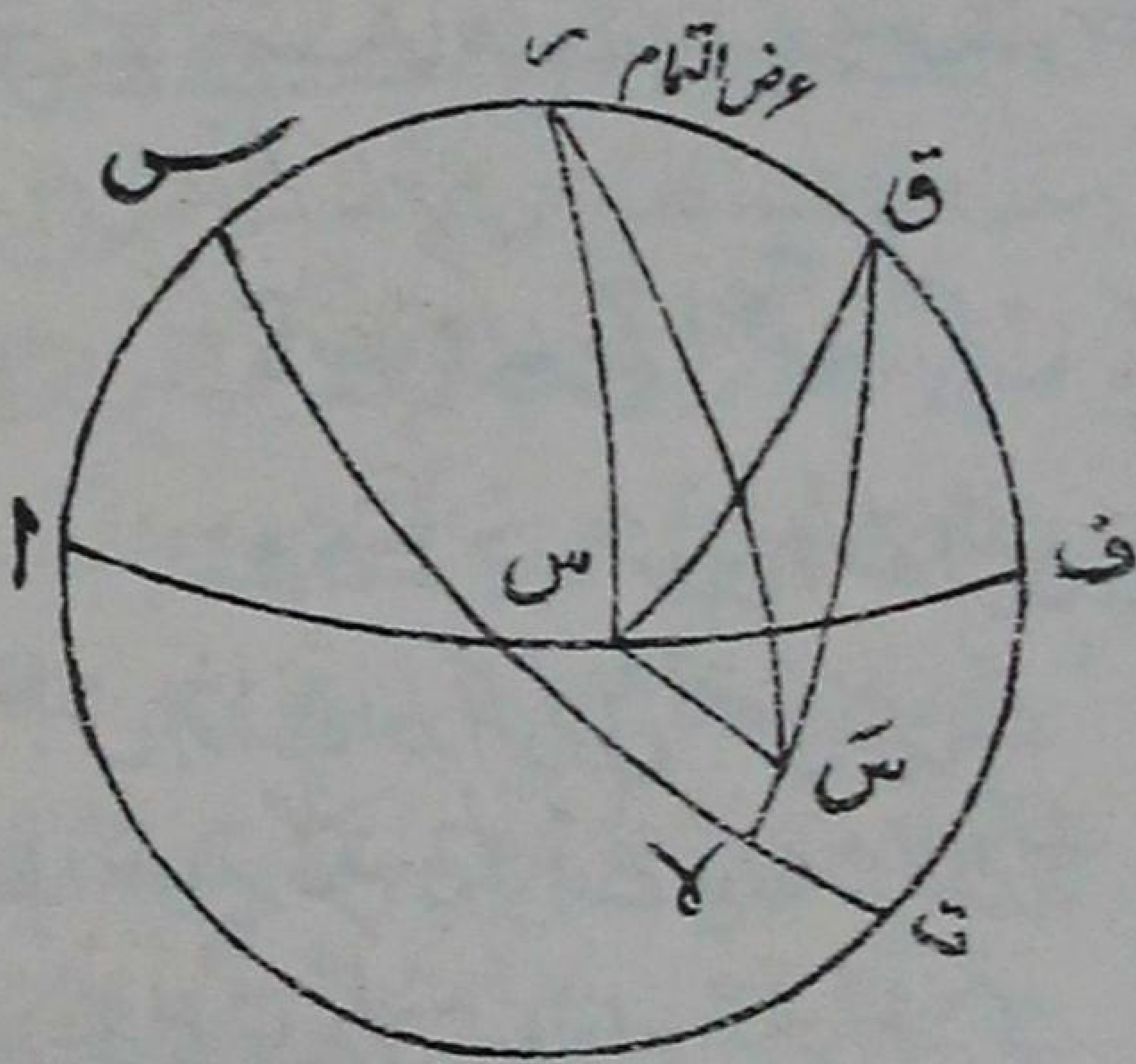
∴ لا = $\frac{۲۴ \times ۱۸}{۳۶۰}$ = ۱$\frac{۱}{۵}$ گھنٹے = ۱ گھنٹہ ۱۲ منٹ

۵۶ - کسی مقام پر شفق کے وقفہ کو محسوب کرنے کے لیے ہمیں دو کُروی مثلث حل کرنے پڑتے ہیں جن میں سے ہر ایک کے تین تین اضلاع معلوم ہوں۔

فرض کرو کہ غروب کے وقت سُورج کا مقام س پر ہے اور اختتامِ شفق پر اِس کا مقام سَ ہے۔ کبیر دائروں کی چار قوسوں کے ذریعہ س اور سَ کو نقطۂ راس اور قطب سے ملاؤ۔

اب مثلث سمِ ق سَ کے اضلاع معلوم ہیں کیونکہ سمِ ق = ۹۰° - عرض بلد = عرض التمام

سم سَ = ۹۰° + ۱۸° = ۱۰۸° کیونکہ سَ افق سے ۱۸° نیچے ہے اور ق سَ = ق لا - سَ لا = ۹۰° - سُورج کا مَیل، لیکن سال بھر کے ہر ایک دن کے لیے سورج کا مَیل بحری جنتری سے معلوم ہوسکتا ہے۔ لہذا ق سَ معلوم ہوسکتا ہے۔ اس طرح مثلث کے تینوں اضلاع معلوم ہو گئے، پس مثلث کو



شکل ۳۱

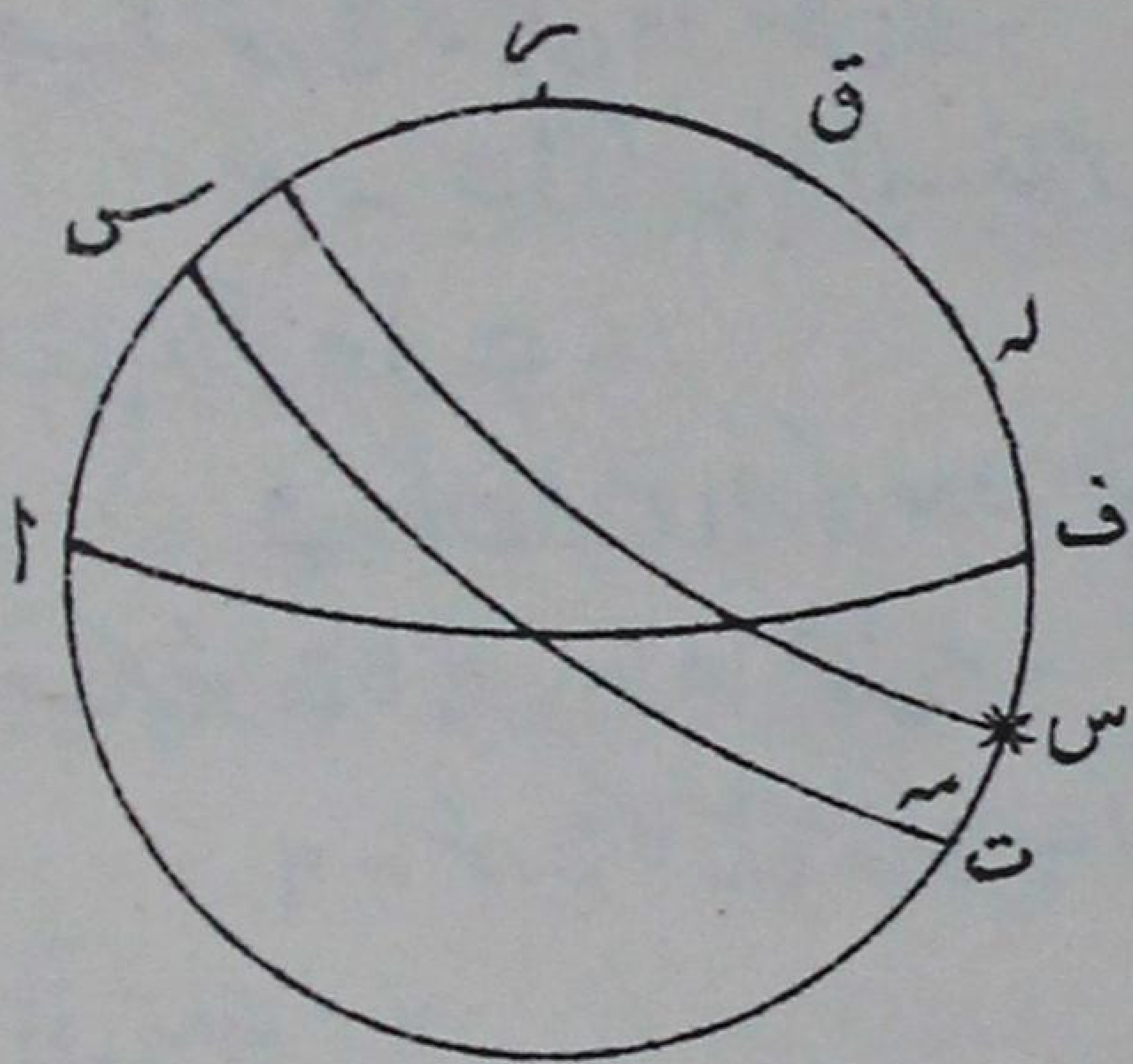
حل کرنے سے ہم زاویہ سمِ ق سَ معلوم کرسکتے ہیں جو شفق کے اختتام پر سُورج کا ساعتی زاویہ ہے۔ اِسی طرح سے مثلث سمِ ق س کے اضلاع معلوم ہوسکتے ہیں، اور اُس کو حل کرنے سے زاویہ سمِ ق س کی قیمت نِکل سکتی ہے جو بوقتِ غروب سُورج کا ساعتی زاویہ ہے۔ ان دونوں زاویوں کو تفریق کرنے سے زاویۂ س ق سَ نِکل آتا ہے جو شفق کے وقفہ کی پیمائش ہے؛ اس کو ۳۶۰ درجوں کے لیے ۲۴ گھنٹے یا ۱۵° کے لیے ایک گھنٹہ کی شرح سے وقت میں تبدیل

کرنے سے ہمیں شفق کا وقفہ حاصل ہوتا ہے۔

ظاہر ہے کہ کسی مقام پر شفق کا وقفہ مقامِ مذکور کے عرض بلد اور سُورج کے مَیل پر منحصر ہوتا ہے کیونکہ اُوپر کے کرُوی مثلثوں کے حل کرنے میں یہی دو مقداریں شامل ہوتی ہیں یعنی یہ اس پر موقوف ہے کہ مشاہدہ کنندہ زمین کے کس حصہ پر کھڑا ہے مزید برآں ایک ہی مقام پر یہ وقفہ موسم کے لحاظ سے بدلتا رہتا ہے۔

۵۷۔ ظاہر ہے کہ استوا پر یا اس کے قرب میں جہاں سورج کا یومیہ راستہ افق کو زاویۂ قائمہ پر قطع کرتا ہے شفق تمام رات جاری نہ رہیگی۔ اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ کن شرائط کے تحت شفق تمام رات رہ سکتی ہے :۔

کسی مقام پر شفق تمام رات رہیگی بشرطیکہ مقامِ مذکور کا عرض بلد + سُورج کا مَیل ۷۲° سے کم نہ ہو۔



شکل ۳۲

فرض کرو کہ جب سورج آدھی رات کو اُفق کے نیچے نصف النہار پر ہو تو اس کا مقام س ہے، تب ق ف = قطب کا ارتفاع = اس مقام کا عرض بلد = لہ اور س ت = سورج کا مَیل = مہ

اب ق ت = ۹۰° یعنی لہ + س ف + مہ = ۹۰°

لیکن اگر شفق عین تمام رات رہے تو آدھی رات کو س ف = ۱۸°

∴ لہ + ۱۸° + مہ = ۹۰°

∴ لہ + مہ = ۷۲°

پس اگر لہ + مہ = یا > ۷۲° تو شفق تمام رات رہتی ہے یہ کلیہ اُسی صورت میں درست ہے جب کہ مقامِ مذکور کا عرض بلد اور سُورج کا مَیل دونوں شمالی ہوں یا دونوں جنوبی۔ اگر عرض بلد شمالی ہو اور سُورج کا مَیل جنوبی یا برعکس اس کے تو شرطِ بالا ہوجاتی ہے لہ ۔ مہ کم نہیں ہے ۷۲°

مثالیں

۱ - اگر زمین کا محور طریقِ شمس کی سطح میں ہو یا اِس پر عمود ہو تو اس سے موسموں پر کیا اثر پڑیگا۔

۲ - اگر سُورج کا میل °۱۰ کا ہو تو چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جس پر شفق تمام رات قائم رہتی ہے۔

یہاں ل + م = °۷۲

یا ل + °۱۰ = °۷۲

∴ ل = °۶۲

۳ - اُس مقام کا عرض بلد معلوم کرو جس پر شفق عین تمام رات قائم رہیگی جب کہ سُورج کا مَیل °۱۶ شمال ہو۔ (جواب °۵۶ شمال)

۴ - بتاؤ کہ کس طرح ایک خاص مقام پر شفق کے وقفہ میں موسموں کے ساتھ ساتھ تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ (جواب دفعہ ۵۶)

۵ - اُن عرض بلد کی حدود معلوم کرو جن پر شفق تمام رات باقی رہتی ہے جب کہ سُورج کا مَیل °۱۰ ′۱۵ شمال ہو۔ (جواب عرض بلد °۶۱ ′۴۵ اور اس سے شمال کی طرف)

۶ - سُورج کا مَیل معلوم کرو جب کہ ڈبلن (عرض بلد °۵۳ ′۲۰) پر شفق تمام رات باقی رہے۔ (جواب °۱۸ ′۴۰ شمال)

۷ - وہ چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جس پر شفق کا تمام رہنا ممکن ہے۔

(جواب °۴۸ ′۳۲)

۸ - شفق کا وقفہ کن امور پر موقوف ہے۔ (جواب۔ مقام کا عرض بلد اور سُورج کا مَیل)

۹ - کیا پیرس (عرض بلد °۴۸ ′۵۰) پر شفق تمام رات رہ سکتی ہے۔ (دیکھو سوال ۷) جواب (ہاں۔ لیکن صرف انقلابِ گرما سے قبل اور بعد چند راتیں)۔

۱۰ - ثابت کرو کہ کس طرح ایک کروی مثلث کو حل کرنے سے کسی خاص تاریخ کو کسی خاص مقام پر غروب اور طلوع کا وقت محسوب کیا جاسکتا ہے۔ (جواب دفعہ ۵۶)

چھٹا باب

سیّاروں کی گردشیں ۔ نظامِ شمسی

۵۸ ۔ ہم پہلے کسی باب میں ذکر کر چکے ہیں کہ جو سیّارے خالی آنکھ سے دکھائی دے سکتے ہیں اور جن کا علم زمانۂ قدیم کے ہیئت دانوں کو تھا جو دُوربین سے محروم تھے یہ ہیں: عطارد، زہرہ، مریخ، مشتری اور زحل ۔

اگر کوئی مشاہدہ کنندہ بغیر دُوربین کے یہ معلوم کرنا چاہے کہ آسمان پر کا کوئی خاص منوّر جِرم سیّارہ ہے یا ستارہ تو اُسے صرف اُس کے مقام کو اس کے گرد و نواح کے ثابت ستاروں کے لحاظ سے معلوم کرنا چاہیے مثلاً ممکن ہے کہ یہ کسی دو ستاروں کی سیدھ میں ہو یا ان سے ایک متساوی الاضلاع مثلث بنائے ۔ اگر چند ہفتوں کے بعد ان ثابت ستاروں کے لحاظ سے اِس کے مقام میں کوئی تبدیلی ہو تو بہت ممکن ہے کہ یہ متذکرۂ بالا سیّاروں میں سے ایک سیارہ ہے ۔

جب سے دُوربینیں ایجاد ہوئی ہیں کئی ایک بڑے سیّارے اور کئی سو چھوٹے سیّارے دریافت ہو چکے ہیں ۔ جو سیّارے اب تک معلوم ہوئے ہیں اُن کے نام سُورج سے باہر کی طرف ترتیب وار یہ ہیں:۔

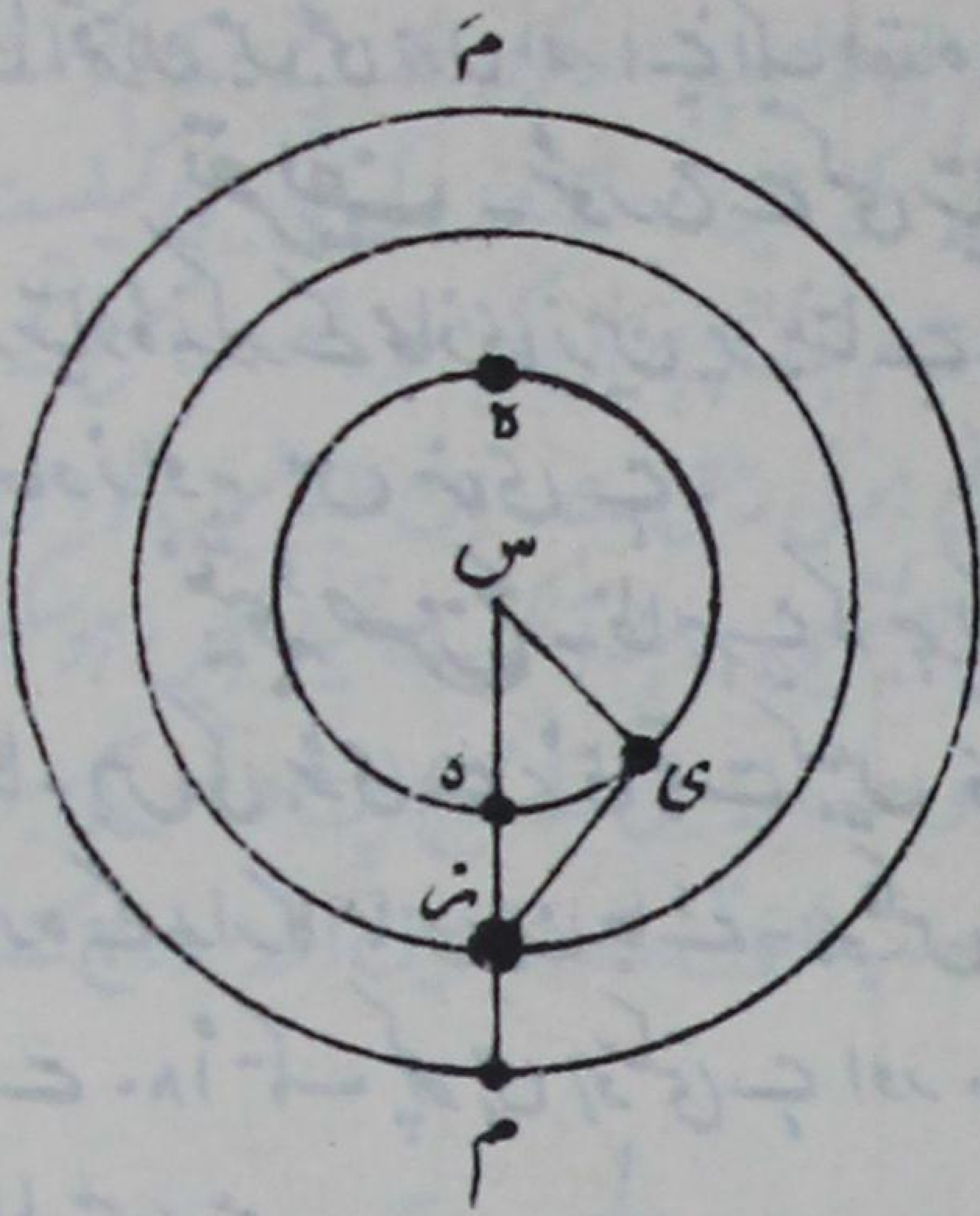
سفلی سیّارے	عطارد	داخلی سیّارے
	زہرہ	
	زمین	
علوی سیّارے	مریخ	
	نجیمات	
	مشتری	خارجی سیّارے
	زحل	
	ہرشل	
	نپچون	

جن سیّاروں کے مدار سورج اور زمین کے درمیان واقع ہیں اُن کو سفلی سیّارے کہتے ہیں ۔ اور وہ جن کے مدار زمین کے باہر واقع ہیں اُن کو علوی سیّارے کہتے ہیں ۔ عطارد اور زہرہ سفلی سیّارے ہیں اور مریخ مشتری وغیرہ علوی ۔ اِن سیّاروں کی تقسیم داخلی اور خارجی سیّاروں کے نام سے بھی ہوئی ہے ۔ وہ سیّارے جن کے مدار نجیمات اور سورج کے درمیان واقع ہیں اُن کو داخلی سیّارے کہتے ہیں اور باقی کو خارجی ۔

سیّاروں کے مدار طریقِ شمس کی سطح مستوی کو نہایت چھوٹے زاویوں پر قطع کرتے ہیں

۵۹ ۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ جملہ سیّارے اپنی پوری گردش کے دوران میں طریقِ شمس سے اوپر یا نیچے کبھی چند درجوں سے زیادہ نہیں جاتے ۔ اس سے جو نتیجہ نکلتا ہے وہ بالکل بیّن ہے : سورج کے گرد سیّاروں کے مدار تقریباً طریقِ شمس کی سطحِ مستوی یعنی زمین کے مدار کی سطحِ مستوی میں ہیں ، درحقیقت وہ طریقِ شمس کی سطح مستوی کو بہت چھوٹے زاویوں پر قطع کرتے ہیں ۔

تعریف ۔ جب کوئی سیّارہ حرکت کرتے کرتے سورج اور زمین کے درمیان



شکل ۳۳

آجائے تو اس کو یوں بیان کرتے ہیں کہ سیارۂ مذکور ادنیٰ اقتران میں ہے اور اگر سُورج، زمین اور سیارے کے درمیان واقع ہو تو کہتے ہیں کہ ستارۂ مذکور اعلیٰ اقتران میں ہے۔ مثلاً اگر نہ زمین کو تعبیر کرے تو ادنیٰ اقتران کے وقت سیارہ کا مقام ہ پر ہوگا اور اعلیٰ اقتران کے وقت ہَ پر (دیکھو شکل ۳۳)۔

کوئی سیارہ مقابلہ میں اُس وقت ہوتا ہے جب کہ زمین اس سیارہ اور سورج کے درمیان آجائے۔ مثلاً مقام م پر سیارہ مقابلہ میں ہے۔

یہ ظاہر ہے کہ صرف سفلی سیّارہ ہی ادنیٰ اقتران میں ہو سکتا ہے اور صرف علوی سیّارہ ہی مقابلہ میں ہو سکتا ہے۔

کسی سیارہ کے عقدوں سے وہ دو نقطے مراد ہیں جن پر اس کا مدار طریقِ شمس کی سطحِ مستوی یعنی مدارِ عرض کی سطحِ مستوی کو قطع کرتا ہے ان میں سے وہ نقطۂ تقاطع جس میں سے سیّارہ طریقِ شمس کی جنوبی جانب سے شمالی جانب کو جاتے وقت گزرتا ہے صعودی عقدہ کہلاتا ہے، دوسرے نقطہ کو نزولی عقدہ کہتے ہیں۔

نوٹ ۔ ظاہر ہے کہ اگر سب سیّاروں کے مدار، مدارِ زمین ہی کی سطحِ مستوی میں ہوتے اور اس کو چھوٹے زاویوں پر نہ کاٹتے جیساکہ حقیقتِ حال ہے تو جب کبھی ادنیٰ اقتران واقع ہوتا تو ہم ادنیٰ سیّارے کو سُورج کے قرص پر سے گزرتا ہوا دیکھ سکتے تھے۔ لیکن یہ منظر شاذ و نادر وقوع میں آتا ہے اگرچہ ادنیٰ سیارے اکثر اوقات ادنیٰ اقتران میں ہوتے ہیں لیکن چونکہ وہ ساتھ ہی طریقِ شمس کی سطحِ مستوی میں نہیں ہوتے اس لیے وہ سُورج سے اُوپر یا نیچے دکھائی دیتے ہیں۔ جب یہ سیّارے مدارِ ارض کی سطحِ مستوی میں ہوں جو صرف اُسی صورت میں ہو سکتا ہے۔ جب کہ یہ اپنے عقدوں میں سے گزر رہے ہوں تو یہ بالعموم ادنیٰ اقتران میں نہیں ہوتے پس مرور کے لیے ضروری ہے کہ سیّارے

ادنیٰ اقتران میں بھی ہوں اور اپنے ایک عقدہ پر بھی ہوں۔

تعریف - سورج سے کسی سیارہ کا ابتعاد اُس زاویہ کو تعبیر کرتا ہے جو سورج اور سیارۂ مذکور کے محاذی زمین پر بنتا ہے۔ مثلاً شکل ۳۳ میں سورج سے سیارہ ی کا ابتعاد زاویہ س ن ی ہے۔

نتیجۂ صریح - ظاہر ہے کہ ہر ایک سفلی سیارہ کا ابتعاد ہمیشہ ایک حادہ زاویہ ہوگا۔ اِس کی بڑی سے بڑی قیمت کہیں ی کے نزدیک اُس وقت ہوگی جب کہ خط ی ن سیارہ کے مدار کا مماس بن جائے۔ برعکس اُس کے کسی علوی سیارہ کے ابتعاد کی قیمت ۰° سے ۱۸۰° تک کچھ ہی ہوسکتی ہے اور ۱۸۰° اُس وقت ہوتی ہے جب کہ سیارۂ مذکور مقابلہ میں ہو۔

طالبِ علم کو چاہیے کہ اس امر کو اچھی طرح ذہن نشین کرلے کیونکہ اس سے معلوم ہو جاتا ہے کہ علوی سیارے سورج سے تمام زاویئی فاصلوں پر دکھائی دے سکتے ہیں اور جب یہ مقابلہ میں ہوتے ہیں تو یہ کرۂ سماوی پر سورج کے عین مقابل کے نقطہ پر واقع ہوتے ہیں یعنی نصف النہار کو عین آدھی رات کو عبور کرتے ہیں۔ برعکس اس کے سفلی سیارے عطارد اور زہرہ، سورج سے ہمیشہ چھوٹے زاویئی فاصلوں پر رہنے کی وجہ سے غروب کے بعد مغرب میں یا طلوع سے قبل مشرق میں دیکھے جاسکتے ہیں اور ان کا مشرق یا مغرب میں دکھائی دینا سورج اور زمین کے لحاظ سے اِن کے مقام پر موقوف ہے۔

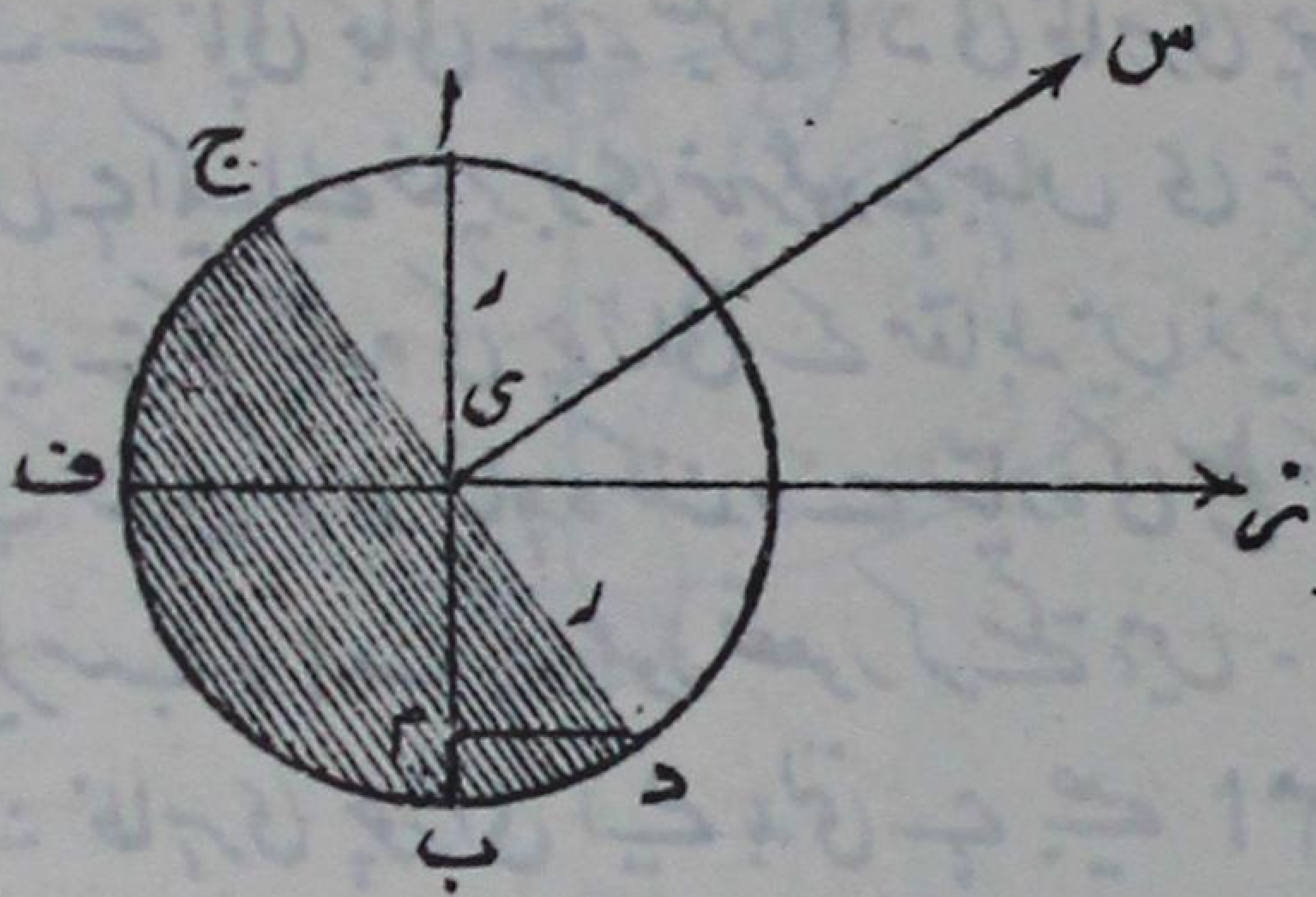
عطارد کا (سورج سے) بڑے سے بڑا ابتعاد بھی اس قدر چھوٹا ہوتا ہے کہ ہم کو برہنہ آنکھ سے شاذ و نادر ہی دیکھ سکتے ہیں اور وہ بھی نہایت قلیل عرصہ کے لیے بعد از غروب یا قبل از طلوع۔

سیاروں کی ہیئتیں

۶۰ - چونکہ سیارے بھی زمین کی مانند ایسے اجرام ہیں جو بذاتِ خود روشن نہیں بلکہ اپنی روشنی سورج سے کسب کرتے ہیں اس لیے ایک وقت میں اُن کی نصف سطح روشن ہوسکتی ہے اور باقی نصف تاریک رہتی ہے یہ امر ایک گولہ کو لیمپ کے سامنے رکھنے سے واضح ہوسکتا ہے۔ اِس گولہ کا نصف حصہ جو لیمپ کے مقابل ہے روشن ہوگا

اور باقی نصف تاریک۔ اب ظاہر ہے کہ اگر ہم بلحاظ لیمپ اور گولہ کے اپنے مقام کو مناسب طور پر بدلیں تو ہم منور سطح کا جس قدر حصّہ چاہیں دیکھ سکتے ہیں۔ سیّاروں کی بھی یہی کیفیت ہے جیسے جیسے زمین اور سورج کے لحاظ سے اِن کا مقام بدلتا ہے اِن کی منور نصف سطح کے اس حصہ میں بھی جو ہمارے سامنے ہوتا ہے تبدیلی واقع ہوتی رہتی ہے۔ اِن تبدیلیوں کو اس کی ہیئتیں کہتے ہیں۔ یہ کہنے کی ضرورت نہیں کہ یہ ہیئتیں برہنہ آنکھ سے تمیز نہیں ہو سکتیں۔

۶۱ - کسی سیّارہ کی منور سطح کا جو حصّہ زمین کے رُخ پر ہو اُس کی بڑی سے بڑی چوڑائی اُس زاویہ کے مکمل کے متناسب ہوتی ہے جو زمین اور سورج کے محاذی سیّارۂ مذکور پر بنتا ہے۔



شکل ۳۲

فرض کرو کہ ی س اور ی ز سیّارہ کے مرکز ی سے بالترتیب سورج اور زمین کی سمتیں ہیں۔ ی میں سے سمت ی س پر عمود ج د نکالو۔ تب ج د تاریکی اور روشنی کی حدود کو تعبیر کرتا ہے، اسی طرح اگر ی میں سے ی ز پر عمود ا ب نکالا جائے تو زاویہ ا ی د جو قوس ا د کی ناپ ہے سیّارہ کی منور سطح کے اس حصّہ کی بڑی سے بڑی چوڑائی ہے جو زمین پر سے دیکھنے سے منور نظر آتا ہے۔

نیز چونکہ سورج اور زمین کے محاذی ی پر جو زاویہ بنتا ہے وہ س ی ز ہے اور اس کا خارجی زاویہ س ی ف ہے، اِس لیے اب ہمیں یہ ثابت کرنا ہے کہ

∠ ا ی د = ∠ س ی ف

∠ س ی د = ∠ ا ی ف = زاویۂ قائمہ

ہر ایک میں جمع کرو ∠ س ی ا

∴ ∠ ا ی د = ∠ س ی ف

∴ ... وغیرہ وغیرہ

۶۲ - کسی سیارہ کی منور سطح کی ظاہری چوڑائی ایسے بدلتی ہے جیسے اُس زاویہ کے مکمل کا سہم الجیب جو سورج اور زمین کے محاذی سیارہ مذکور پر بنتا ہے۔

ہم اس سے پہلے دیکھ چکے ہیں کہ بڑی سے بڑی چوڑائی ا د خارجی زاویہ س ی ف سے ناپی جاتی ہے۔ لیکن ا د کی ظاہری چوڑائی ا م سے ناپی جائیگی جو ا د کا ظل ہے ایک ایسے خط پر جو ی ز پر عمود ہے جہاں ی ز مشاہدہ کنندہ کی سمت ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سیارہ کی چوڑائی کے مقابلہ میں زمین بہت دُور ہے، اس لیے ہم اُن سب خطوں کو جو مشاہدہ کنندہ سے سیارہ کی سطح تک کھینچے جائیں باہم متوازی یا بالفاظِ دیگر سب کو ا ب پر عمود تصور کر سکتے ہیں۔

∴ ظاہری چوڑائی ایسے بدلتی ہے جیسے ا م

لیکن ا م = ر + ی م = ر + ر جم ب ی د

= ر (ا + جم ب ی د)

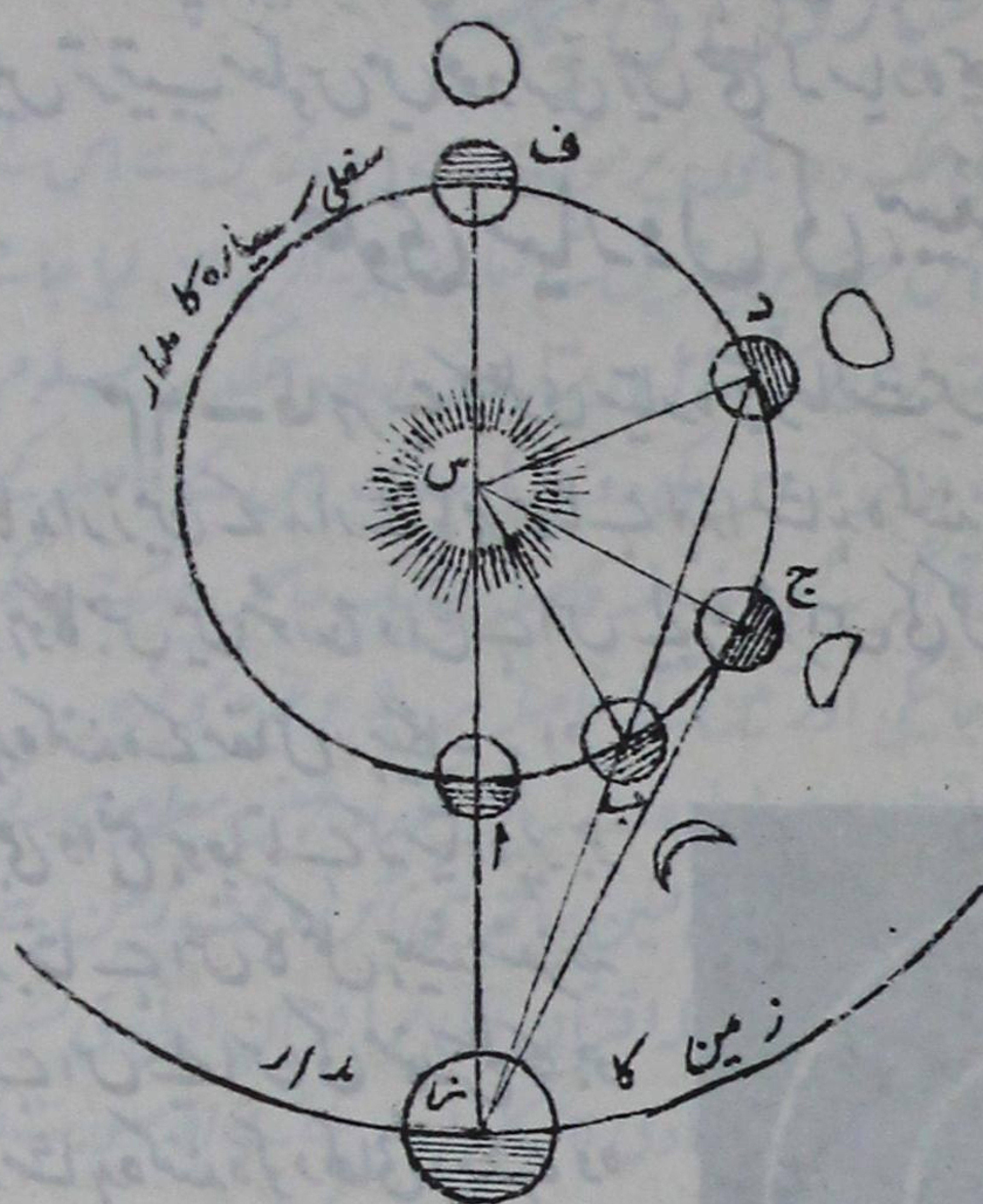
= ر (ا - جم ا ی د)

= ر سہم الجیب ا ی د

= ر سہم الجیب س ی ف

سفلی سیاروں کی ہیئتیں

۶۳ - فرض کرو کہ ا ج د ف ایک ادنیٰ سیارہ کے مدار کو تعبیر کرتا ہے ز زمین ہے اور س سُورج - ہم یہاں فرض کرینگے کہ زمین ساکن ہے اور سُورج کے گرد سیارہ کی زاویئی رفتار زمین کی زاویئی رفتار سے جس قدر زیادہ ہے سیارۂ مذکور اس زاویئی رفتار سے سُورج کے گرد گھوم رہا ہے۔ (ہم بعد ازاں دیکھینگے کہ دو سیاروں میں سے اُس سیارہ کی زاویئی رفتار زیادہ تیز ہوتی ہے جو سُورج کے



شکل ۳۵

زیادہ نزدیک ہو)۔
زاویئی رفتاروں کا یہ تفاوت سیّاروں کی ظاہری حرکت کی بعینہٖ تعبیر کرتا ہے جو زمین سے دکھائی دیتا ہے۔

جب سیّارہ ا پر ادنیٰ اقتران میں ہو تو اس کی منور سطح کا کوئی حصّہ دکھائی نہیں دیتا۔

ب پر چھوٹا سا ہلال دکھائی دیگا جس کی بڑی سے بڑی چوڑائی خارجی زاویہ س ب د کے مساوی ہو گی جو ایک حادّہ زاویہ ہے۔

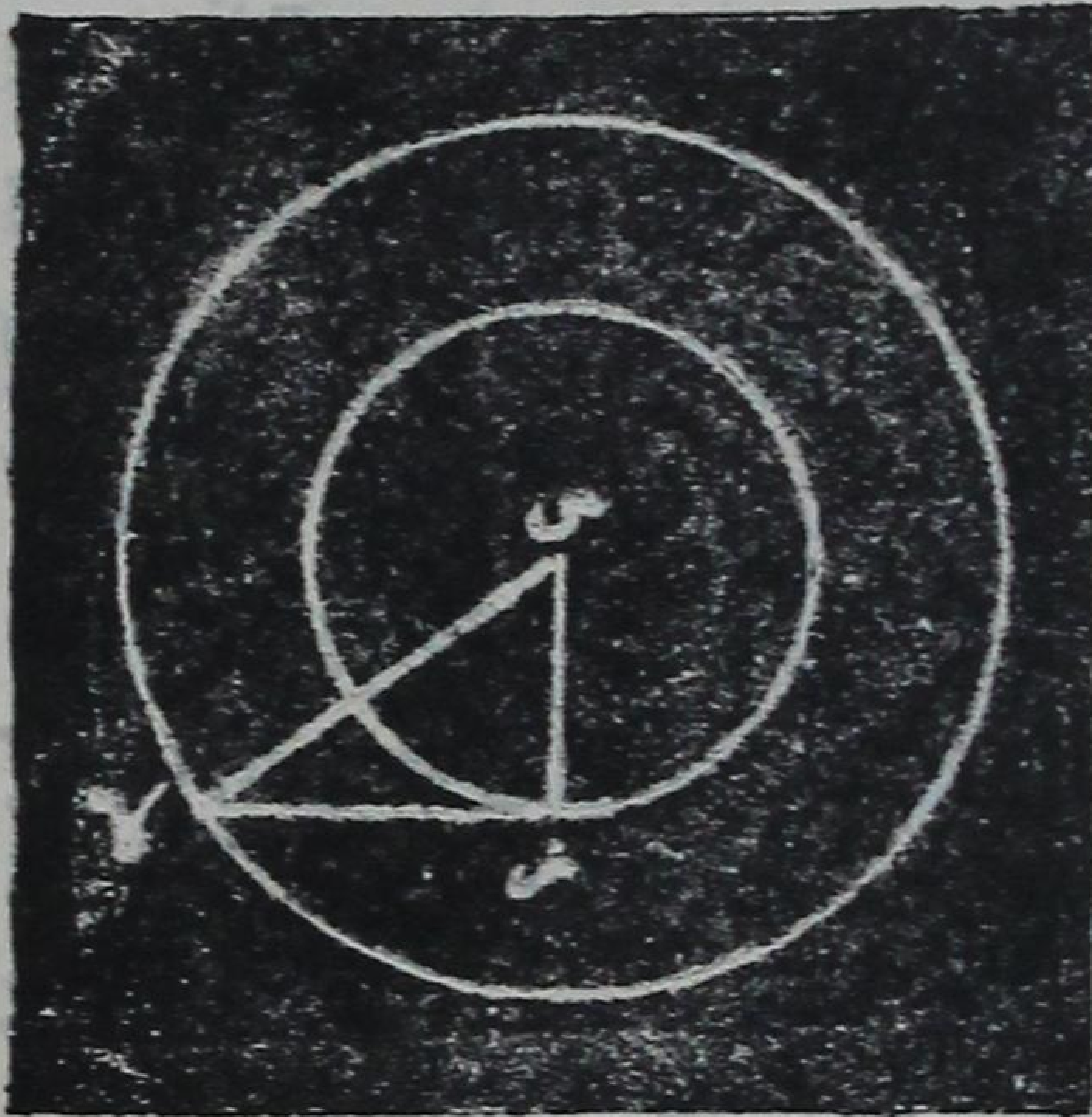
جب سیّارہ سُورج سے بڑے سے بڑے ابتعاد پر پہنچ جائے اور ج پر ہو جہاں ز ج اس کے مدار کا مماس ہے تو زمین اور سُورج کے محاذی اس پر جو زاویہ بنتا ہے اس کا خارجی زاویہ ایک قائمہ کے مساوی ہے اور سیّارہ مذکور نصف دائرہ کی شکل میں دکھائی دیتا ہے جیسے پہلی یا تیسری تربیع کا چاند۔ اس کو یوں بیان کرتے ہیں کہ سیّارہ شکلِ تنصیف میں ہے۔

د پر چونکہ سیّارہ کا خارجی زاویہ ۱۸۰° - س د ز کے مساوی ہے، اس لیے یہ منفرجہ ہے اور قرص اگرچہ مکمل نہیں لیکن تقریباً مکمل دکھائی دیتا ہے۔ اس ہیئت میں سیّارہ کو محدّب کہتے ہیں۔

ف پر ہیئتِ کامل واقع ہوتی ہے جس کو بَدْر کہتے ہیں، اِس کے بعد متذکرہ بالا ہیئتیں ترتیبِ معکوس میں عود کرتی ہیں حتیٰ کہ سیارہ پھر ادنیٰ اقتران پر پہنچ جاتا ہے۔

علوی سیّاروں کی ہیئتیں

۶۴ - ظاہر ہے کہ علوی سیارہ ہر حالت میں یا بدر دکھائی دیگا یا مقبّب کیونکہ اس کا مدار زمین کے مدار سے باہر ہوتا ہے لہذا مشاہدہ کنندہ سیاروں کے ہمیشہ اُسی جانب واقع ہوگا جس میں سُورج واقع ہے اس لیے ہمیشہ اِس کی کل منور سطح یا اِس کا بیشتر حصّہ مشاہدہ کنندہ کے مقابل رہیگا۔ یہ امر یوں بھی واضح ہوجاتا ہے کہ سیارہ پر جو زاویہ بنتا ہے اس کا تکمل ہمیشہ منفرجہ ہوتا ہے اس لیے اس کی منور سطح کا جو حصّہ مشاہدہ کنندہ کو دکھائی دیتا ہے وہ ہمیشہ نصف دائرہ سے بڑا ہوتا ہے۔



شکل ۳۶

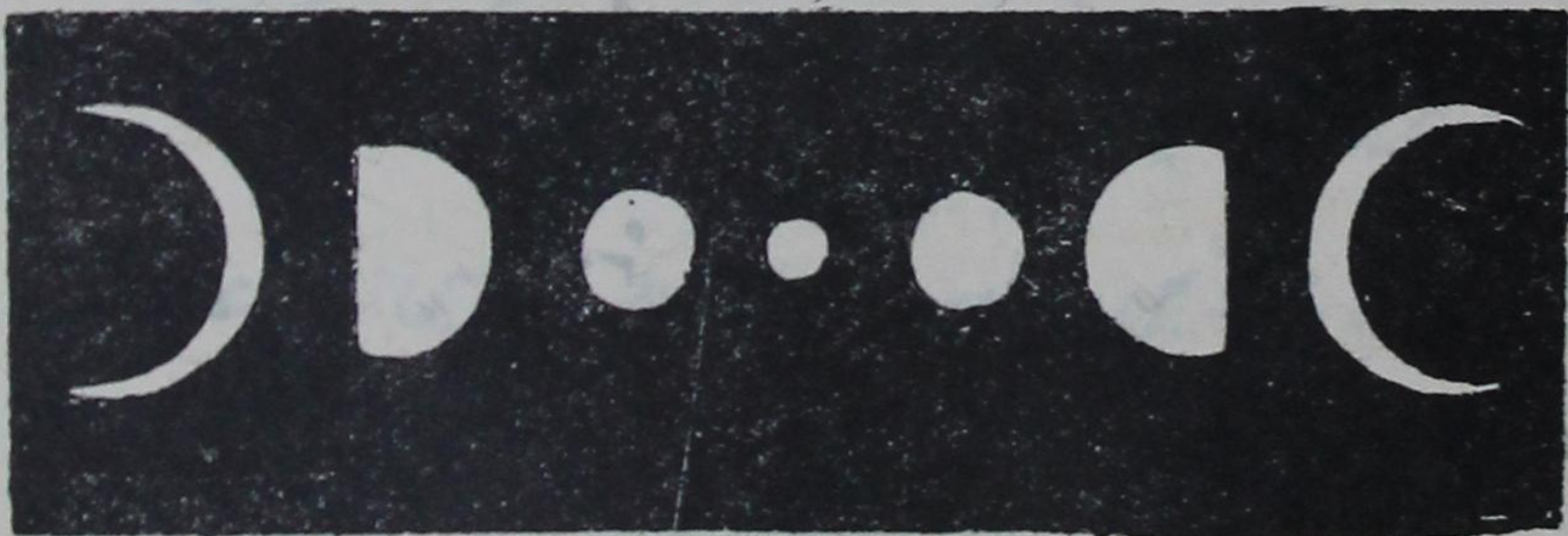
یہ آسانی سے معلوم ہوسکتا ہے کہ علوی سیارہ کی منور سطح کا سب سے کم حصّہ زمین کے سامنے اُس وقت ہوگا جب کہ سُورج اور سیارہ کے محاذی زمین پر زاویہ قائمہ بنے۔ بالفاظِ دیگر علوی سیارہ تربیع کی حالت میں زیادہ سے زیادہ مقبّب ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ سیّارہ لا پر ہے (شکل ۳۶) - اب ظاہر ہے کہ سیّارۂ مذکور زیادہ سے زیادہ مقبّب اُس وقت دکھائی دیگا جب کہ لا پر کا خارجی زاویہ چھوٹے سے چھوٹا ہو یعنی جب زاویۂ س لا ن بڑے سے بڑا ہو۔ لیکن زاویۂ س لا ن بڑے سے بڑا اُس وقت ہوگا جب لا ن زمین کے مدار کا (جس کو مستدیر مانا گیا ہے) مماس ہو۔ کیونکہ اگر لا کو ساکن فرض کیا جائے اور صرف زمین کو ہی حرکت کرتی ہوئی فرض کیا جائے تو سُورج سے زمین کا ابتعاد، جو لا پر سے دکھائی دیتا ہے یعنی زاویۂ س لا ن بڑے سے بڑا اُس وقت ہوگا جب لا ن مماس ہو۔

سیّاروں کی چمک

۶۵ ۔ کسی سیارہ کی چمک دو باتوں پر موقوف ہے (۱) زمین سے اس کے فاصلہ پر اور (۲) اس کی منور سطح کے اُس حصّہ پر جو زمین کے سامنے ہو ۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ سیارہ کی منور سطح کا مساوی حصّہ زمین کے مقابل رہتا ہے تو یہ زیادہ چمکدار معلوم ہوگا، جب یہ زمین کے زیادہ قریب ہو کیونکہ اس کی روشنی کی حدت اس کے فاصلہ کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے مثلاً اگر یہ کسی مفروضہ فاصلہ پر ایک خاص حدت رکھتا ہو تو دو گنے فاصلہ پر حدت $\frac{1}{4}$ رہ جائیگی اور تین گنے فاصلہ پر $\frac{1}{9}$ وغیرہ، وغیرہ ۔

سفلی سیارے اعلیٰ اقتران پر زیادہ سے زیادہ چمکدار نہیں معلوم ہوتے کیونکہ اگرچہ وہ اس وقت ہیئتِ بدر میں ہوتے ہیں لیکن ساتھ ہی اُس وقت زمین سے اُن کا فاصلہ بڑے سے بڑا ہوتا ہے ۔ مثلاً زہرہ کا فاصلہ اقترانِ اعلیٰ پر اقترانِ ادنیٰ کی نسبت چھ گنا ہوتا ہے صورتِ اول میں اس کے قرص کے محاذی ۱۱″ کا زاویہ بنتا ہے اور صورتِ آخر میں ۶۶″ کا ۔ یہ دریافت کیا جا چکا ہے کہ زہرہ سب سے زیادہ چمکدار اُس وقت معلوم ہوتا ہے جب اس کا ابتعاد سورج سے ۴۰° کے قریب ہو یعنی جب یہ نسبتاً اقترانِ ادنیٰ سے قریب ہو، اگر اس وقت اس کو دُوربین سے دیکھا جائے تو یہ باریک ہلال سا دکھائی دیتا ہے لیکن زمین کے نزدیک ہونے کی وجہ سے اس ہلال کا رقبہ اقترانِ اعلیٰ پر اس کے پورے منور قرص کے رقبہ کی نسبت زیادہ معلوم ہوتا ہے ۔



شکل ۳۷ ۔ زمین سے مختلف فاصلوں پر زہرہ کے ظاہری ناپ ۔

علوی سیارہ صریحاً سب سے زیادہ چمکدار اُس وقت معلوم ہوگا جب کہ یہ مقابلہ میں ہو کیونکہ اس وقت یہ نہ صرف ہیئتِ بدر میں دکھائی دیتا ہے بلکہ زمین سے اس کا فاصلہ بھی چھوٹے سے چھوٹا ہوتا ہے۔

کسی وقت پر سُورج سے ایک سفلی سیارہ کے فاصلہ اور زمین کے فاصلہ کی نسبت معلوم کرو۔

۶۶ - فرض کرو کہ ز، ہ اور س بالترتیب زمین، زہرہ اور سُورج کو تعبیر کرتے ہیں۔ نیز فرض کرو کہ سیاروں کے مدار مستدیر ہیں اور ایک ہی سطح مستوی میں واقع ہیں۔

تب زاویۂ ہ ز س مشاہدہ سے معلوم ہو سکتا ہے اور زاویۂ ز س ہ محسوب کیا جا سکتا ہے کیونکہ یہ وہ زاویہ ہے جو زہرہ سابق اقترانِ ادنیٰ سے لے کر وقتِ مشاہدہ تک زمین سے آگے نکل گیا ہے۔

اسے محسوب کرنے کا طریقہ حسبِ ذیل ہے:-

فرض کرو کہ ت = دو ادنیٰ اقترانوں کا درمیانی وقفہ دنوں میں، اور لا = تعدادِ ایام سابق اقترانِ ادنیٰ سے آنِ مشاہدہ تک۔

س

ہ

ز

شکل ۳۸

∴ زہرہ زمین سے ۳۶۰° آگے نکل جاتا ہے ت دنوں میں

$$\therefore \quad \text{''} \quad \text{''} \quad \frac{360^\circ}{\text{ت}} \quad \text{''} \quad \text{''} \quad ۱ \quad \text{''}$$

$$\therefore \quad \text{''} \quad \text{''} \quad \frac{360^\circ}{\text{ت}} \times \text{لا} \quad \text{''} \quad \text{''} \quad \text{لا} \quad \text{''}$$

∴ ∠ ز س ہ معلوم ہو جاتا ہے اور مثلث س ز ہ کے سب زاویے معلوم ہو سکتے ہیں، لیکن

$$\frac{\text{س ز}}{\text{س ہ}} = \frac{\text{جب س ہ ز}}{\text{جب س ز ہ}}$$

∴ نسبت س نہ : س ہ معلوم ہوجاتی ہے۔ اسی طرح سُورج سے کسی علوی سیارہ اور زمین کے فاصلوں کی نسبت معلوم ہو سکتی ہے، ثبوت بعینہٖ حسبِ سابق ہے۔ لیکن اِس صورت میں زمین سیّارہ سے زیادہ تیز چلتی ہے۔

تعریف ۔ کسی سیارہ کی دَوری مدت سے وہ مدت مراد ہے جو سورج کے گرد سیّارہ کی گردش کی تکمیل میں لگتی ہے اس مدت کو بالعموم کوکبی دَور بھی کہتے ہیں۔

(اقترانی مدت سے وہ وقفہ مراد ہے جو سفلی سیارے کے ایک ہی قسم کے دو اقترانوں (دونوں ادنیٰ یا دونوں اعلیٰ) کے مابین، یا اگر سیارہ علوی ہو تو دو مقابلوں کے مابین واقع ہوتا ہے۔

کسی سیّارہ کی اقترانی مدت معلوم ہو تو اس کے کوکبی دَور کی تعیین

سفلی سیّارہ

۶۷ ـ فرض کرو کہ سیّارہ کا کوکبی دَور دنوں میں = ی

” زمین ” ” = نہ

اقترانی دَور = ت

∴ $\frac{360^\circ}{\text{ی}}$ = وہ زاویہ جو سیّارہ ایک دن میں طے کرتا ہے۔

اور $\frac{360^\circ}{\text{نہ}}$ = وہ زاویہ جو زمین ایک دن میں بناتی ہے۔

∴ $\frac{360^\circ}{\text{ی}} - \frac{360^\circ}{\text{نہ}}$ = وہ زاویہ جو سیّارہ ایک دن میں زمین سے آگے نکل جاتا ہے کیونکہ سفلی سیارہ کی چال تیز ہے۔

لیکن $\frac{360^\circ}{\text{ت}}$ بھی وہ زاویہ ہے جو سیّارہ ایک دن میں زمین سے آگے نکل جاتا ہے۔

$$\therefore \frac{360^\circ}{\text{ی}} - \frac{360^\circ}{\text{نہ}} = \frac{360^\circ}{\text{ت}}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{ی}} - \frac{1}{\text{نہ}} = \frac{1}{\text{ت}}$$

لیکن س = ۳۶۵٫۲۵ دن اس لیے اگر ت معلوم ہو تو ی معلوم ہو سکتا ہے۔

مثال

عطارد کی دو ادنیٰ اقترانوں کا وقفہ ۱۱۶ دن ہے، اس کی دوری مدت معلوم کرو۔

$$\frac{1}{ی} - \frac{1}{۳۶۵٫۲۵} = \frac{1}{۱۱۶}$$

$$\therefore \frac{1}{ی} = \frac{۴۸۱٫۲۵}{۳۶۵٫۲۵ \times ۱۱۶} \quad \therefore ی = ۸۸ \text{ دن تقریباً}$$

اسی طرح سے کسی علوی سیارہ کے لیے ضابطہ یہ ہے

$$\frac{1}{س} - \frac{1}{ی} = \frac{1}{ت}$$

کیونکہ زمین مقابلۃً زیادہ تیز ہے پس دو ادنیٰ اقترانوں (یا مقابلوں) کا درمیانی وقفہ معلوم کرنے سے ہم کسی سیارہ کا کوکبی دور محسوب کر سکتے ہیں جب کہ اس کے مدار اور زمین کے مدار دونوں کو مستدیر مانا جائے۔

کپلر کے تین کُلیّے

۶۸ - ڈنمارک کے مشہور ہیئت دان کپلر نے جو سترھویں صدی کے شروع میں گذرا ہے پہلے پہل ذیل کے کلیوں کو صراحت سے بیان کیا:-

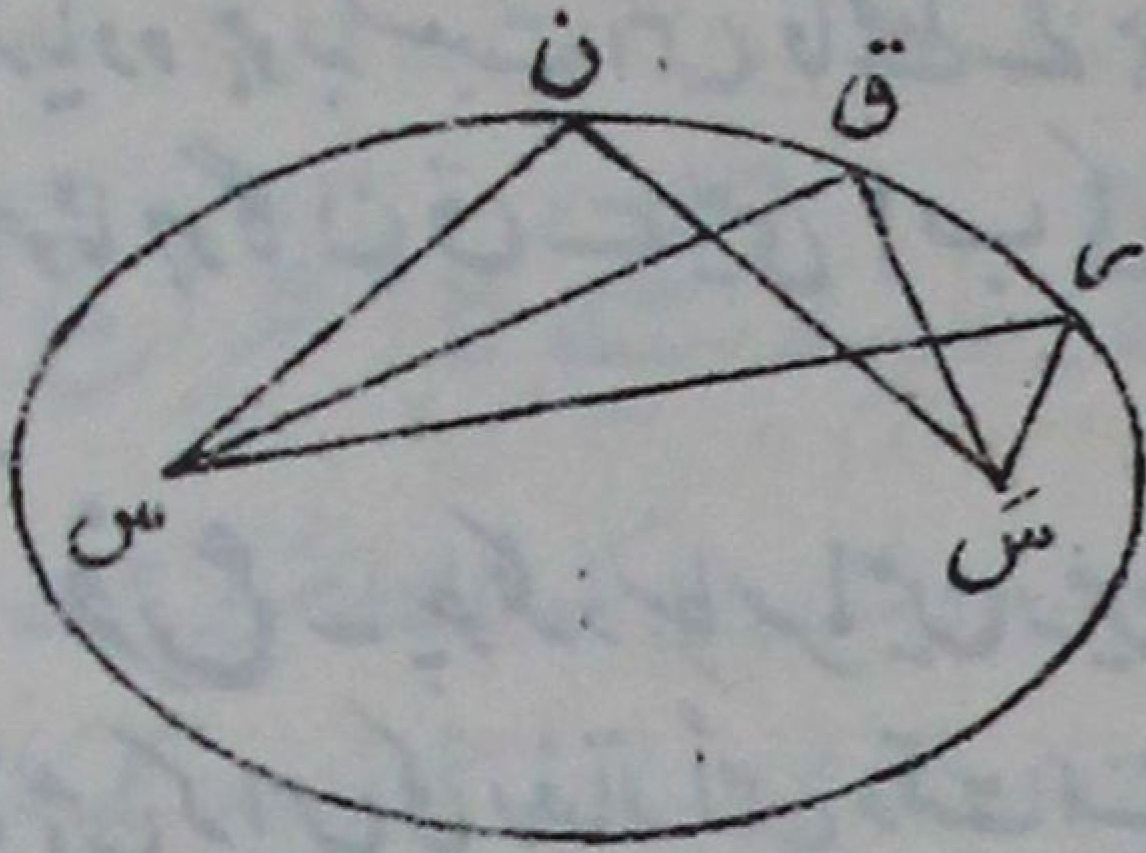
(۱) ہر ایک سیارہ سورج کے گرد ایک ہلیلجی (قطع ناقص) مدار پر حرکت کرتا ہے اور سورج اس ناقص کے ایک ماسکہ پر واقع ہوتا ہے۔

(۲) وہ خطِ مستقیم جو سورج سے سیارہ تک کھینچا جائے (یعنی سیارہ کا نیم قطر سمتی) مساوی وقتوں میں مساوی رقبے طے کرتا ہے۔

(۳) سیاروں کی دوری مدتوں کے مربعے سورج سے اُن کے اوسط فاصلوں کے مکعبوں کے متناسب ہوتے ہیں۔

تعریف - قطع ناقص سے مراد ایک مستوی شکل ہے جو ایک ایسے خط سے

محدود ہوتی ہو کہ شکل کے اندر کے دو ثابت نقطوں سے اس خط (جس کو محیط کہتے ہیں) پر کے ہر ایک نقطہ کے فاصلوں کا مجموعہ ہمیشہ مستقل رہے۔ ان ثابت نقطوں کو ناقص کے ماسکے کہتے ہیں۔



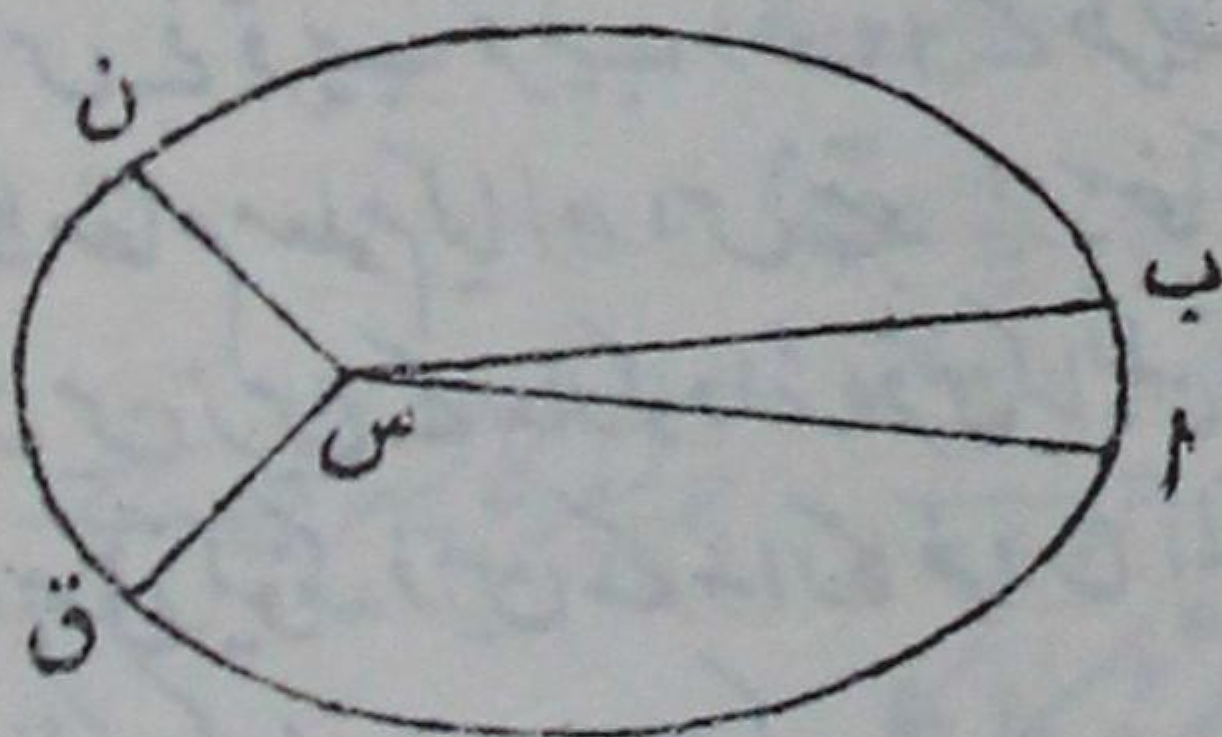
شکل ۳۹

مثلاً اگر س اور سَ دو ماسکے ہوں (دیکھو شکل ۳۹) تو س ن + سَ ن = س ق + سَ ق = س ر + سَ ر

پس ایک ناقص ذیل کی عملی ترکیب سے مرتسم ہوسکتا ہے :-

دو البنیں لے کر ان کو ایک مستوی تختہ یا میز میں س، سَ پر گاڑ دو اور ان کے گرد ڈوری کا ایک ڈھیلا حلقہ ڈال دو۔ اب اگر پنسل کی نوک کو ڈوری سے لگا کر البینوں کے گرد ایک حلقہ اس طرح کھینچا جائے کہ ڈوری ہمیشہ تنی رہے اور پنسل بالترتیب نقاط ن، ق، ر میں سے گزرے تو اس طرح سے جو منحنی مرتسم ہوگا وہ ناقص کی شکل کا ہوگا اور س، سَ پر کی البنیں اس کے ماسکوں پر واقع ہونگی۔

کپلر کا دوسرا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ سیاروں کے لیے سمتی نیم قطر مساوی وقتوں میں مساوی رقبے طے کرتے ہیں یعنی اگر قوسوں اب اور ن ق میں سے گزرنے کے اوقات باہم مساوی ہوں تو رقبہ س اب = رقبۂ س ن ق۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ کوئی سیارہ سورج کے جتنا نزدیک ہوگا اتنی ہی اس کی رفتار زیادہ ہوگی کیونکہ اگر ہم یہ فرض کریں کہ قوسیں اب اور ن ق وقت کی



شکل ۴۰

ایک چھوٹی اکائی میں طے ہوتی ہیں توچونکہ یہ قوسیں سیارہ سے سورج کے فاصلے کے مقابلہ میں نہایت چھوٹی ہونگی اس لیے ان کو بالآخر خطوطِ مستقیم تصور کیا جاسکتا ہے۔ نیز چونکہ مثلثوں اب س اور ن ق س کے رقبے مساوی ہیں اس لیے اگر اب کا فاصلہ س سے زیادہ ہو بہ نسبت اُس فاصلے کے جو ن ق کا س سے ہے تو ظاہر ہے کہ اب چھوٹا ہوگا ن ق سے یعنی اب کی نسبت ن ق پر سیارہ کی رفتار زیادہ تیز ہوگی۔

فرع۔ چونکہ وسطِ سرما میں زمین سورج کے زیادہ نزدیک ہوتی ہے اس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ اس کی رفتار اُس وقت اپنے مدار کے کسی اور حصہ کی نسبت زیادہ ہوتی ہے۔

کیپلر کے کلیوں کی تصدیق

۶۹۔ زمین کی صورت میں ایک متوازی تاروں والے یا خُردہ پیما کے ذریعے براہِ راست سورج کا ظاہری قطر ناپنے سے یہ معلوم ہوسکتا ہے کہ زمین کا مدار ٹھیک دائرہ کی شکل کا نہیں ہے اور بنائے علیہ زمین کا فاصلہ سورج سے ہمیشہ مستقل نہیں رہتا ہے۔ یہ فاصلہ زیادہ ہوتا ہے جب سورج کے قطر کے محاذی چھوٹا زاویہ بنے اور کم ہوتا ہے اگر بڑا زاویہ بنے۔ لہٰذا اب ہم ایک منحنی کھینچ سکتے ہیں جو زمین کے مدار کو تعبیر کرے۔ کیونکہ اگر نقطہ س سے مختلف خط کھینچے جائیں اور ان کے طولوں کو اُن زاویوں کے بالعکس متناسب رکھا جائے جو سورج کے قطر کے محاذی زمین پر بنتے ہیں اور جو ہر روز پیمائش سے معلوم ہوسکتے ہیں تو ظاہر ہے کہ ان خطوں کے سرے ایک قطع ناقص مرتسم کرینگے جس کا ایک ماسکہ س پر ہوگا۔

زمین کا مدار معلوم ہونے سے بیشتر ہی کیپلر نے مریخ کا مدار معلوم کرلیا تھا۔ اس نے قریب قریب دفعہ ۶۶ کے طریقہ کے مطابق سورج اور زمین کے لحاظ سے مریخ کا مقام معلوم کیا اور اس نتیجہ پر پہنچا کہ مریخ کا مدار قطع ناقص ہے۔ اس نے ان حسابات میں زمین کے مدار کو دائرہ فرض کیا لیکن اس سے کوئی قابل لحاظ اور اہم غلطی پیدا نہیں ہوتی کیونکہ زمین کے مدار کا خروج المرکز بہت چھوٹا ہے اور مریخ کے مدار کے خروج المرکز کی نسبت بہت کم ہے۔

۷۰۔ نیوٹن نے ثابت کردیا کہ کیپلر کا تیسرا کلیہ تجاذب کے عام تر کلیہ کا جو

ذیل میں درج ہے لازمی نتیجہ ہے -

کائنات کا ہر ایک ذرّہ ہر دوسرے ذرّہ کو ایک ایسی قوت سے کھینچ رہا ہے جو اُن دونوں ذرّوں کی کمیتوں کے بالراست اور ان کے باہمی فاصلہ کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے -

تجاذب کے کلیے سے کیپلر کے تیسرے کلیے کا استخراج

فرض کرو کہ سُورج کی کمیت م ہے اور دو سیاروں کے فاصلے سُورج سے ر اور ر′ ہیں اور ان سیاروں کی دَوری مدتیں بالترتیب ت ، ت′ ہیں - اب تجاذب کے کلیہ کے مطابق سُورج کے مرکز سے ر ، ر′ فاصلوں پر جو کششیں عمل کرینگی ان کی نسبت $\frac{م}{ر^2} : \frac{م}{ر'^2}$ ہوگی -

نیز ہمیں معلوم ہے کہ اگر ایک جسم ر نصف قطر کے ایک دائرہ میں حرکت کر رہا ہو تو اس کا مرکز گریز اسراع یہ ہوگا

$$ع = \frac{۴\pi^2 ر}{ت^2}$$

پس اگر سیاروں کے مداروں کو مستدیر فرض کیا جائے تو

$$\frac{م}{ر^2} : \frac{م}{ر'^2} = \frac{۴\pi^2 ر}{ت^2} : \frac{۴\pi^2 ر'}{ت'^2}$$

جس سے بالآخر

$$\frac{ر}{ر^2 ت^2} = \frac{ر'}{ر'^2 ت'^2}$$

$$\therefore \quad ر^3 ت'^2 = ر'^3 ت^2$$

$$\therefore \quad \frac{ت^2}{ت'^2} = \frac{ر^3}{ر'^3}$$ جو کیپلر کا تیسرا کلیہ ہے -

بوڈ[۵] کا کلیہ

۱۷ - سُورج سے مختلف سیاروں کے جو فاصلے ہیں اُن میں ایک عجیب و غریب

[۵] Bode

ربط ہے جو ہیئت دان بوڈ کے نام سے منسوب کیا جاتا ہے۔ ذیل کے عدد لکھو جن میں سے
پہلے عدد کے بعد ہر ایک عدد اپنے ماقبل سے دُگنا ہے

۰ ۱ ۲ ۴ ۸ ۱۶ ۳۲ ۶۴ ۱۲۸

ان میں سے ہر ایک کو ۳ سے ضرب دے کر ۴ جمع کر دو، اس طرح سے ہمیں بالترتیب
عطارد، زہرہ، زمین، مریخ، نجیمات، مشتری، زحل، ہرشل اور نیپچون کے فاصلوں
کے لیے عدد ۴ ۷ ۱۰ ۱۶ ۲۸ ۵۲ ۱۰۰ ۱۹۶ ۳۸۸
حاصل ہوتے ہیں۔

یہ فاصلے سورج سے مختلف سیاروں کے تقریبی فاصلوں کو تعبیر کرتے ہیں جب کہ
زمین کے فاصلے کو ۱۰ مانا جائے۔ مگر نیپچون کی صورت میں جس کا فاصلہ عدد ۳۸۸ سے
تعبیر ہوتا ہے اہم تفاوت ہے، اس کے اصلی فاصلہ کو تعبیر کرنے کے لیے ۳۶۹٫۳۰۰ ہونا چاہیے۔
نجیمات کے اکتشاف سے یہ کلیہ عجیب و غریب طور پر پایۂ تصدیق کو پہنچ گیا ہے۔
نجیمات متعدد چھوٹے چھوٹے سیارے ہیں جن کے مدار مریخ اور مشتری کے مداروں کے درمیان
واقع ہوتے ہیں۔ ان کی تعداد تین سو سے زیادہ ہے۔ ان کے اکتشاف سے پہلے کوئی سیارہ
معلوم نہیں تھا جس کا شمسی فاصلہ ۲۸ سے تعبیر ہو۔ اب معلوم ہوا ہے کہ اِن اجرام کا اوسط
فاصلہ سورج سے تقریباً ۲۸ سے تعبیر ہوتا ہے۔

بوڈ کے کلیہ کو عام ضابطہ $ف = ۴ + ۳ \times ۲^{ن-۱}$ کی شکل میں بیان کیا جا سکتا ہے
جہاں ف سے سیارہ کا شمسی فاصلہ مراد ہے اور زہرہ کو اول مان کر سیارہ کا نمبر ن سے تعبیر
ہوتا ہے۔ زہرہ سے شروع کر کے مختلف سیاروں کے فاصلے ن کو بالترتیب ۱، ۲، ۳، ...
قیمتیں دینے سے معلوم ہو سکتے ہیں جو اُوپر درج ہیں۔

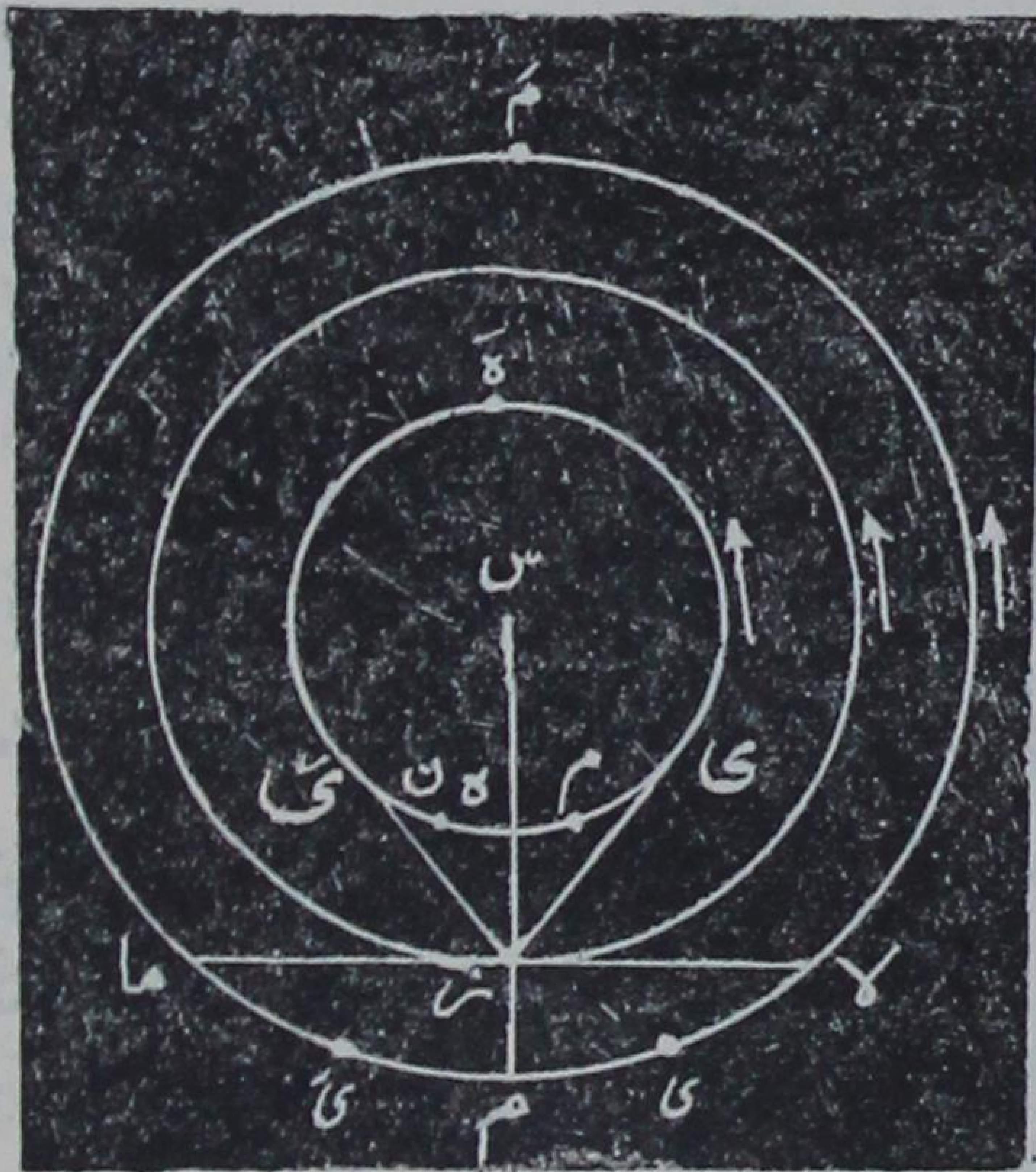
			اصلی فاصلہ
عطارد	۴	= ۴	۳٫۸۷۱
زہرہ	$۴ + ۳ \times ۲^{۰}$	= ۷	۷٫۲۳۳
زمین	$۴ + ۳ \times ۲^{۱}$	= ۱۰	۱۰٫۰۰۰
مریخ	$۴ + ۳ \times ۲^{۲}$	= ۱۶	۱۵٫۲۳۷
نجیمات	$۴ + ۳ \times ۲^{۳}$	= ۲۸	۲۲ تا ۳۱
مشتری	$۴ + ۳ \times ۲^{۴}$	= ۵۲	۵۲٫۰۲۸

زحل	۴ + ۳ × $۲^{۵}$	= ۱۰۰	۹۵٫۳۸۸
ہرشل	۴ + ۳ × $۲^{۶}$	= ۱۹۶	۱۹۱٫۸۲۶
نیپچون	۴ + ۳ × $۲^{۷}$	= ۳۸۸	۳۰۰٫۳۶۹

سیاروں کی راست اور رجعی حرکتیں ۔ اقامت کے نقطے

۷۲ - جب کوئی سیارہ اُسی سمت میں حرکت کرتا ہُوا معلوم ہو جس میں کہ سُورج اپنے طریق پر حرکت کرتا ہُوا معلوم ہوتا ہے تو سیارہ کی حرکت کو راست یا مستقیم حرکت کہتے ہیں اور اگر مخالف سمت میں حرکت کرتا معلوم ہو تو اس کی حرکت کو رجعی حرکت کہتے ہیں دوسرے الفاظ میں کسی سیارہ کی حرکت راست اُس وقت ہوتی ہے جب کہ اس کا سماوی طول بلد بڑھ رہا ہو اور رجعی اُس وقت ہوتی ہے جب کہ اس کا سماوی طول بلد کم ہو رہا ہو۔

جب زمین نر اپنے مدار پر اُس سمت میں حرکت کر رہی ہو جو (شکل ۴۱) تیر کی سمت سے بتائی گئی ہے تو ظاہر ہے کہ ہمیں زمین تو ساکن معلوم ہوگی اور سورج اس طرح حرکت کرتا معلوم ہوگا گویا خط نر س، نر کے گرد دائیں جانب سے بائیں جانب کو مخالف سمتِ ساعت میں حرکت کر رہا ہے۔ پس زیادہ صراحت کی غرض سے ہم نر کو ثابت مان کر نر کے گرد اس حرکت کو جو مخالف سمتِ ساعت معلوم ہو حرکتِ راست کہینگے اور جو سمتِ ساعت کے موافق معلوم ہو اُس کو حرکتِ رجعی سے موسوم کرینگے۔



شکل ۴۱

سفلی سیارہ کی رفتار زمین کی رفتار سے زیادہ ہوتی ہے (دیکھو دفعہ ۶۴) اس لیے جب سیارہ ادنیٰ اقتران پر ہو تو خط نر ہ کا سرا ہ، نر کی نسبت زیادہ رفتار سے

حرکت کرتا ہے اس لیے یہ ز کے گرد گھڑی کی سوئیوں کی سمت میں حرکت کرتا معلوم ہوگا لہذا اقترانِ ادنیٰ پر سیارہ کی ظاہری حرکت رجعی معلوم ہوگی۔ بڑے سے بڑے ابتعاد کے نقطوں ی اور یَ پر سیارہ کی اپنی رفتار اس کی سمت میں کوئی تبدیلی پیدا نہ کریگی کیونکہ اس وقت حرکت بالترتیب زمای اور زیَ کی سمت میں ہوگی لیکن زمین کی اپنی حرکت سے خطوط زی اور زیَ مخالف سمتِ ساعت میں حرکت کرتے معلوم ہونگے۔ پس یا اور یَ پر سیارہ کی ظاہری حرکت راست ہوگی۔

قوس ی لا یَ پر حرکت راست ہوگی کیونکہ یہاں زمین کی رفتار اور سیارہ کی نسبتاً تیز رفتار کا مجموعی اثر یہ ہوگا کہ ان کو ملانے والا خط ز کے گرد مخالف سمتِ ساعت میں گردش کرتا ہوا معلوم ہوگا۔

نیز چونکہ سیارہ کی حرکت ٯ پر رجعی معلوم ہوتی ہے اور ی اور یَ پر راست اس لیے لازماً سیارہ دو ایسے نقاط م اور ن میں سے گزریگا کہ ان پر اس کی ظاہری حرکت عین رجعی سے راست اور راست سے رجعی ہونے کو ہوگی اور سیارۂ مذکور حرکت کرتا ہوا معلوم نہ ہوگا۔ اِن دو مقاموں کو نقاطِ اقامت کہتے ہیں۔

اس کے برعکس علوی سیارہ ایسی رفتار سے حرکت کرتا ہے جو زمین کی رفتار سے کم ہوتی ہے۔ پس جب سیارہ مقابلہ میں مقام م پر ہو (دیکھو شکل ۱۲ا) تو خط زم، ز کے گرد سمتِ ساعت میں حرکت کرتا معلوم ہوگا۔ پس جب علوی سیارہ مقابلہ میں ہو تو اِس کی حرکتِ رجعی معلوم ہوتی ہے۔

جب سیارہ لا اور ھا پر تربیع میں ہو تو زمین کی رفتار کا کوئی اثر سیارہ کی ظاہری حرکت کی سمت پر نہ پڑیگا، کیونکہ زمین کی حرکت مشاہدہ کنندہ اور سیارہ کو ملانے والے خط کی سمت میں ہوگی مگر سیارہ کی اپنی رفتار کی وجہ سے خطوط ز لا یا ز ھا مخالف سمتِ ساعت میں گھومتے معلوم ہونگے، لہذا بوقتِ تربیع علوی سیارہ کی ظاہری حرکت راست ہوتی ہے۔

نیز قوس لا مَ ھا کے کسی مقام پر زمین اور سیارہ کی رفتاروں کا مجموعی اثر یہ ہوتا ہے کہ ان کو ملانے والا خط مخالف سمتِ ساعت میں گھومتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ یعنی سیارہ کی حرکت راست ہوتی ہے۔

چونکہ م پر سیارہ کی حرکت رجعی معلوم ہوتی ہے اور لا اور ما پر راست اس لیے لا اور ما کے مابین دو نقاط ی، یَ ایسے ہونگے کہ ان پر بالترتیب رجعی حرکت بدل کر عین راست ہونے کو ہوگی اور راست حرکت بدل کر عین رجعی ہونے کو ہوگی۔ ان نقطوں کو سیارہ کے نقاطِ اقامت کہتے ہیں۔

سیّاروں کی محوری گردشیں

۷۳۔ ہم پہلے دیکھ چکے ہیں کہ زمین اور سورج گھومتے ہیں۔ سیّاروں کی سطحوں پر کے نشانات اور دھبّے مشاہدہ کرنے سے یہ معلوم ہوا کہ اُن میں سے اکثر اور غالباً سب کے سب اسی طرح گھومتے ہیں۔ مریخ ۲۴ گھنٹے ۳۷ منٹ میں ایک مرتبہ گھومتا ہے گویا مریخ کا ایک دن تقریباً اتنا ہی بڑا ہوتا ہے جتنا کہ زمین کا دن۔ مشتری ۹ گھنٹے ۵۵ منٹ میں گھومتا ہے اور زُحل ۱۰ گھنٹے ۲۹ منٹ میں۔

علوی سیارہ کی نسبت سفلی سیارہ کی محوری گردش کی مدت معلوم کرنا زیادہ مشکل ہے کیونکہ علوی سیّارہ مقابلہ کے وقت تمام رات مشاہدہ کیا جاسکتا ہے لیکن سفلی سیّارہ صرف اُن حالتوں میں نظر آسکتا ہے جب کہ وہ اخترِ سحر یا اخترِ شام ہوتا ہے اور مشاہدات کا عمل صرف ۲۴ گھنٹے کے وقفوں سے بھی کیا جاسکتا ہے۔ اب اگر زہرہ کی سطح پر غروبِ آفتاب کے بعد چند نشانات نظر آئیں اور وہ سطح سیّارہ پر تقریباً اُسی مقام پر مشاہدہ ہوں جہاں وہ اگلی شب نظر آئے تھے تو اس سے ہم ذیل کے ایک نہ ایک نتیجہ پر پہنچ سکتے ہیں۔ (۱) یا تو زہرہ اپنے محور کے گرد ایک گردش تقریباً ۲۴ گھنٹے میں پُوری کر لیتا ہے (۲) یا یہ ایک گردش کی تکمیل میں بہت طویل عرصہ لیتا ہے اور ۲۴ گھنٹے میں ایک چھوٹے زاویہ میں سے گھومتا ہے۔ ظاہر ہے کہ دونوں صورتوں میں نشانات کے مقام میں ۲۴ گھنٹے کے بعد بہت کم تبدیلی واقع ہوگی۔ قریب قریب زمانہ حال تک یہ خیال کیا جاتا تھا کہ پہلا نتیجہ درست ہے۔ شریٹر[ے] کے مشاہدات کی بنا پر زہرہ کی محوری گردش کا دَور ۲۳ گھنٹے ۲۱ منٹ مانا جاتا تھا اور عطارد کا ۲۴ گھنٹے ۵ منٹ۔ مگر حال ہی میں پروفیسر شیاپریلی[لے] نے یہ دعویٰ پیش کیا ہے کہ عطارد اور زہرہ اپنے محور کے گرد گھومنے میں تقریباً اتنا ہی وقت لیتے ہیں جتنا کہ سُورج کے گرد گردش کرنے میں۔ عطارد کا دَور ۸۸ دن کا ہے اور زہرہ کا

ے Schrater

لے Schiaparelli

۲۲۴ دن کا لہٰذا اُن کا تقریباً ایک ہی نصف ہمیشہ سُورج کے سامنے رہتا ہے جیسے کہ چاند کا ایک ہی نصف زمین کے سامنے رہتا ہے اس طرح سے منور نصف کے بہت سے حصہ پر ہمیشہ دھوپ پڑتی ہے اور باقی حصہ ہمیشہ تاریکی میں رہتا ہے۔

چونکہ یہ سیارے ہمیشہ غروبِ آفتاب سے تھوڑی دیر بعد مغرب میں یا طلوع سے کچھ قبل مشرق میں اُفق کے عین قریب دکھائی دیتے ہیں اس لیے کرۂ ہوائی کی نچلی تہوں کی کثافت اور حرارت کے تغیرات کی وجہ سے ان کی سطح پر کے نشانات اس قدر صحت اور نزاکت کے ساتھ مشاہدہ نہیں کیے جا سکتے جن سے کوئی صحیح اور قابلِ اعتماد رائے قائم کی جا سکے۔ بایں ہمہ جدید ترین مشاہدات سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ شیاپریلی کی رائے کم از کم زہرہ کی صورت میں غلط ہے۔

اِس امر کا ثبوت کہ سورج کے گرد دو سیاروں کی رفتاریں سورج سے اِن سیاروں کے فاصلوں کے جذروں کے بالعکس متناسب ہوتی ہیں۔

۴۷ - کیپلر کے تیسرے کلیہ کی رُو سے

$$ت_1^2 : ت_2^2 = ر_1^3 : ر_2^3$$

لیکن مدار کا محیط = رفتار × دوری مدت

$$\therefore\ ۲\pi ر = ف\, ت \quad \text{(جہاں ف رفتار ہے)}$$

$$\therefore\ ت = \frac{۲\pi ر}{ف}$$

$$\text{اس لیے}\quad \left(\frac{۲\pi ر_1}{ف_1}\right)^2 : \left(\frac{۲\pi ر_2}{ف_2}\right)^2 = ر_1^3 : ر_2^3$$

$$\therefore\ \frac{ر_1^2\, ر_2^3}{ف_1^2} = \frac{ر_2^2\, ر_1^3}{ف_2^2}$$

$$\therefore\ ف_1^2 : ف_2^2 = ر_2 : ر_1$$

$$\therefore\ ف_1 : ف_2 = \sqrt{ر_2} : \sqrt{ر_1}$$

نتیجہ بصراحت - پس جو سیارہ سُورج کے زیادہ نزدیک ہوگا اُس کی رفتار زیادہ تیز ہوگی۔

۷۵- اس باب کو ختم کرنے سے پہلے ہم نظامِ شمسی کے مختلف اجرام کا فرداً فرداً مختصر ذکر کرینگے -

عطارد ☿

یہ سب سیاروں سے سُورج کے زیادہ نزدیک ہے۔ اس کا قطر تقریباً ۳۰۰۰ میل ہے گویا یہ زمین کی نسبت بہت چھوٹا ہے کیونکہ زمین کا قطر ۸۰۰۰ میل ہے۔ عطارد کا مدار دیگر ممتاز سیاروں کے مدار کی نسبت زیادہ خارج المرکز ہے یعنی اس مدار کی شکل دائرہ کی شکل کے چنداں قریب نہیں ہے۔ ایک وقت میں یہ سُورج سے ۲ کروڑ ۸۰ لاکھ میل سے بھی زیادہ قریب پہنچ جاتا ہے۔ اور دوسرے وقت میں جب یہ اپنے مدار کے مقابل کے نقطہ پر ہوتا ہے تو اس کا فاصلہ سُورج سے ۴ کروڑ ۳۰ لاکھ میل تک ہو جاتا ہے۔ یہ دیگر سیاروں سے اس لحاظ سے بھی اختلاف رکھتا ہے کہ اس کا مدار طریقِ شمس سے نسبتاً بڑا زاویہ بناتا ہے جو تقریباً °۷ ہے۔ سُورج کے گرد اس کی دَوری مدت ۸۸ یوم کی ہوتی ہے۔

زہرہ ♀

زہرہ کا قطر تقریباً زمین کے قطر کے مساوی ہے۔ اس کا مدار بھی زمین کے مدار کی طرح دائرہ سے بہت کم تفاوت رکھتا ہے۔ طریقِ شمس سے اس کے مدار کا میل ۲۳′ °۳ ہے۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ عطارد اور زہرہ سفلی سیارے ہونے کی وجہ سے سُورج کے مشرق یا مغرب کی طرف ہمیشہ چھوٹے زاویئی فاصلوں پر رہتے ہیں اور اس لیے بطور اخترِ سحر یا اخترِ شام کے دکھائی دیتے ہیں، نیز ان کے قرص دُوربین میں سے دیکھنے سے چاند کی طرح تغیر پذیر شکلیں پیش کرتے ہیں۔ دونوں سیاروں میں مشاہدہ سے معلوم ہُوا ہے کہ روشن اور تاریک حصّوں کا خطِ فاصل مسلسل نہیں بلکہ دندانہ دار ہے اور بعض اوقات اُن کے ہلالوں کی نوکیں دفعتہً غائب ہو جاتی ہیں۔ اِس واقعہ کا باعث اُن کی سطحوں پر کے پہاڑ ہیں جن کی بلندی محسوب کرنے سے معلوم ہوا ہے کہ یہ ہماری زمین کے پہاڑوں کی نسبت بہت زیادہ مُرتفع ہیں۔

زہرہ کی دَوری مدت ۲۲۴٫۷ یوم کے مساوی ہوتی ہے۔

زہرہ اور عطارد کے مُرور

۷۶ - ہم پہلے دیکھ چکے ہیں کہ زہرہ یا عطارد کا مُرور صرف اُسی وقت واقع ہوسکتا ہے جب کہ یہ اقترانِ ادنیٰ میں ہوں اور ساتھ ہی اپنے ایک عقدہ پر یا اس کے نزدیک ہوں۔

اگر ان سیاروں میں سے کسی ایک کا مُرور ایک دفعہ واقع ہوجائے تو ظاہر ہے کہ اسی عقدہ پر دوسرا مُرور واقع نہ ہوگا جب تک کہ زمین اور سیارۂ مذکور دونوں گردشوں کی ایک مکمل تعداد پوری نہ کرلیں۔ اب زمین کی ۸ مکمل گردشوں کے لیے جتنے دن درکار ہوتے ہیں اُتنے ہی دنوں میں زہرہ اپنی گردشوں کی ایک مکمل تعداد (یعنی ۱۳) پوری کرلیتا ہے، فرق تقریباً ایک دن کا رہ جاتا ہے۔

کیونکہ ۸ × ۳۶۵٫۲۴۲ = ۲۹۲۲ دن تقریباً

اور ۱۳ × ۲۲۴٫۷ = ۲۹۲۱٫۱ دن

پس اگر زہرہ کا مرور ایک دفعہ واقع ہو تو ممکن ہے کہ ۸ سال کے بعد اُسی عقدہ پر پھر مرور ہو بشرطیکہ اول الذکر مُرور سے ۸ سال قبل مُرور واقع نہ ہوچکا ہو۔ لیکن ۱۶ سال کے بعد مُرور واقع نہیں ہوگا کیونکہ ایک دن کے متذکرۂ بالا فرق کی وجہ سے عقدہ سے اس کا فاصلہ بہت زیادہ ہوجائیگا۔ درحقیقت اِس صورت میں ۲۳۵ سال تک اسی عقدہ پر مُرور واقع نہیں ہوسکتا کیونکہ ۲۳۵ سال کی مدت آٹھ سالہ عرصہ کے بعد کا ایک دوسرا عرصہ ہے جو زہرہ کی گردشوں کی ٹھیک تعداد کے مساوی ہے۔ اس لیے کہ

۲۳۵ × ۳۶۵٫۲۴۲ = ۸۵۸۳۵ دن تقریباً

اور ۳۸۲ × ۲۲۴٫۷ = ۸۵۸۳۵ " "

زہرہ کا سب سے پہلا مُرور جو دیکھا گیا ہے اُسے ہارکس نے ۱۶۳۹ء میں مشاہدہ کیا تھا اور یہ مُرور اُس کے عقدۂ صعودی پر واقع ہوا تھا اس کے بعد ۲۳۵ سال سے پہلے یعنی ۱۸۷۴ء تک اس عقدہ پر پھر مُرور نہیں ہوا بعد ازاں پھر ۱۸۸۲ء میں مُرور ہوا۔ عقدہ نزولی پر مُرور ۱۷۶۱ء اور ۱۷۶۹ء میں مشاہدہ کیے گئے تھے۔ اب آئندہ مُرور ۲۰۰۴ء میں واقع ہوگا۔

عطارد کے مُرور زہرہ کے مُروروں کی نسبت زیادہ کثرت سے واقع ہوتے ہیں

کیونکہ عطارد کی دَوری مدت ایسی ہے کہ اس کی مکمل گردشوں کی تعداد کا انطباق زمین کے سالوں کی ٹھیک تعداد کے ساتھ زیادہ کثرت سے واقع ہوتا ہے۔ مثلاً ایک ہی عقدہ پر عطارد کے مُرور ۷، ۱۳، ۳۳ یا ۴۶ سالوں کے وقفوں پر ہو سکتے ہیں۔

اِن دنوں زمین اپنی مداری حرکت کے دَوران میں ۵ جون کو زہرہ کے عقدہ کے مقابل ہے پھر ۷ دسمبر کو دوسرے عقدہ کے مقابل ہوگی۔ پس ایک طویل عرصہ تک زہرہ کے مُرور دسمبر اور جون میں واقع ہونگے۔ انہی وجوہ سے عطارد کے مُرور دیر تک مئی اور نومبر میں واقع ہوتے رہینگے۔

زہرہ کے مُرور علمی نقطۂ نظر سے بہت دلچسپی کا باعث ہیں کیونکہ ان مشاہدات سے سورج کا فاصلہ اور (اختلافِ منظر) معلوم کرنے کے نہایت صحیح طریقے حاصل ہوتے ہیں۔ (دیکھو باب ہفتم)۔

عطارد کے مُرور اس طرح استعمال نہیں کیے جا سکتے کیونکہ زمین سے اس کا اور سورج کا فاصلہ اس قدر کم تفاوت رکھتے ہیں کہ قابلِ اعتماد نتائج کا حاصل ہونا بہت دشوار ہے۔ علاوہ ازیں سورج کے قرص پر یہ اس قدر تیزی سے حرکت کرتا ہے کہ صحیح مشاہدات کے لیے کافی وقت نہیں ملتا۔ نیز چونکہ اس کا مدار زہرہ کے مدار کی طرح کافی مستدیر نہیں ہے اس لیے زمین سے اِس کے فاصلہ اور سورج کے فاصلہ کی باہمی نسبت محسوب کرنا چنداں آسان نہیں ہے۔

مریخ ♂

۷۷۔ علوی سیاروں میں سے مریخ سب سے زیادہ نزدیک ہے۔ اس کا فاصلہ سُورج سے ۱۲ کروڑ ۷۰ لاکھ میل سے ۱۵ کروڑ ۳۰ لاکھ میل تک بدلتا ہے لہٰذا اس کا مدار زمین کے مدار کی نسبت زیادہ خارج المرکز ہے۔ اگر زمین اور مریخ دونوں کے مدار دائرے ہوتے تو مقابلہ کے وقت مریخ ہم سے نزدیک ترین ہوتا اور اس کا فاصلہ زمین سے اِن کے مداروں کے نصف قطروں کے تفاوت کے مساوی ہوتا۔ لیکن ہم دیکھ چکے ہیں کہ سورج سے مریخ کے فاصلہ میں بہت تغیرات واقع ہوتے ہیں اور زمین کا فاصلہ سورج سے وسطِ سرما میں ۹ کروڑ ۵ لاکھ ہوتا ہے جو بڑھتے بڑھتے وسطِ گرما میں ۹ کروڑ ۳۵ لاکھ ہو جاتا ہے۔ اِس سے

ہم دیکھ سکتے ہیں کہ کس طرح بعض مقابلہ کے محل مشاہدہ کے لحاظ سے دوسرے محلوں کی نسبت زیادہ موزوں ہوتے ہیں - مثلاً اگر مقابلہ کے محل میں مریخ سُورج سے سب سے کم فاصلہ پر ہو اور زمین سب سے بڑے فاصلہ پر تو سیارہ ہم سے صرف ۳ کروڑ ۴۰ لاکھ میل دُور ہوگا اور ہیئت دانوں کے لیے اس کو مشاہدہ کرنے کا یہ بہترین موقع ہوگا۔

اگر بالفرض ہم اُن دو نقطوں کو جہاں مریخ کا فاصلہ سُورج سے کم سے کم یا زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے ایک خط کے ذریعہ ملائیں تو یہ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ زمین اپنی مداری حرکت میں ۲۶ر اگست کو اور پھر ۲۲ر فروری کو اس خط کے قریب ترین ہوتی ہے - ۲۶ر اگست کو زمین اپنے مدار پر کے اُس نقطہ پر ہوتی ہے جو سورج اور سورج سے مریخ کے قریب ترین مقام (یعنی حضیض) کی سیدھ میں ہوتا ہے اور ۲۲ر فروری کو یہ اُس خط کو عبور کرتی ہے جو سُورج اور مریخ کے بعید ترین مقام (یعنی اوج) کو ملاتا ہے - پس اگر ہم زمین کے مدار کو مستدیر خیال کریں (اور درحقیقت اسے مریخ کے مدار کے لحاظ سے مستدیر ہی سمجھنا چاہیے) تو زمین اور مریخ کے مقابلہ کی تاریخ ۲۶ر اگست کے جتنی قریب ہوگی اُتنے ہی اس کے مشاہدہ کرنے کے لیے حالات زیادہ موزوں ہونگے اور برعکس اس کے جتنی یہ تاریخ ۲۲ر فروری کے زیادہ قریب ہوگی اتنا ہی مشاہدات کے لحاظ سے غیر موزوں ہوگی۔

مریخ کی دَوری مدت تقریباً ۶۸۷ یوم ہے اور طریقِ شمس سے اس کا میلان تقریباً ۲° ہے اور اس کے دو تابع ہیں جن کو پہلے پہل واشنگٹن کے ہیئت داں ہال[۱] نے ۵ر ستمبر ۱۸۷۷ء کو مقابلہ کے وقت دریافت کیا جب کہ مریخ زمین کے قریب ترین تھا - اِن کے نام ہومر کے رزم نامۂ الیاد (Iliad) کے یونانی دیوتا مارس کے خدام کے ناموں پر فوباس[۲] اور ڈیموس[۳] رکھے گئے - ڈیموس جس کا مدار فوباس کے باہر ہے مریخ کے گرد ایک گردش ۳۰ گھنٹے ۱۸ منٹ میں پوری کرتا ہے اور فوباس ۷ گھنٹے ۳۹ منٹ میں چونکہ مریخ خود اپنے محور کے گرد ۲۴ گھنٹے ۳۷ منٹ میں گھومتا ہے اس لیے فوباس ایک ایسے تابع کی مثال ہے جو اپنے متبوع سیارہ کے گرد اس سیارہ کی محوری گردش سے زیادہ سرعت کے ساتھ اپنی مداری حرکت کی تکمیل کر لیتا ہے - اِس امر کی کوئی دیگر مثال نظامِ شمسی میں نہیں ملتی۔

موجودہ صدی کے شروع میں اور بہت چھوٹے چھوٹے کثیر التعداد سیارے دریافت ہوئے ہیں جن کے مدار مریخ اور مشتری کے مداروں کے درمیان واقع ہیں - اِن

[۱] Mr. Hall [۲] Phobos [۳] Deimos

سیاروں کو نجیمات کہتے ہیں - وہ تعداد میں ۳۰۰ سے بھی بہت زیادہ ہیں اور جو اجرام ان میں سے بہت چھوٹے ہیں اُن کا قطر چند میل سے متجاوز نہیں ہے اِن میں سے چار جو سب سے بڑے ہیں اُن کے نام یہ ہیں : وستا، جُونو، سیرس، پلاس - اِن کے مدار بالعموم بہت خارج المرکز ہوتے ہیں اور بعض کے مدار طریقِ شمس سے بڑے زاویے بناتے ہیں -

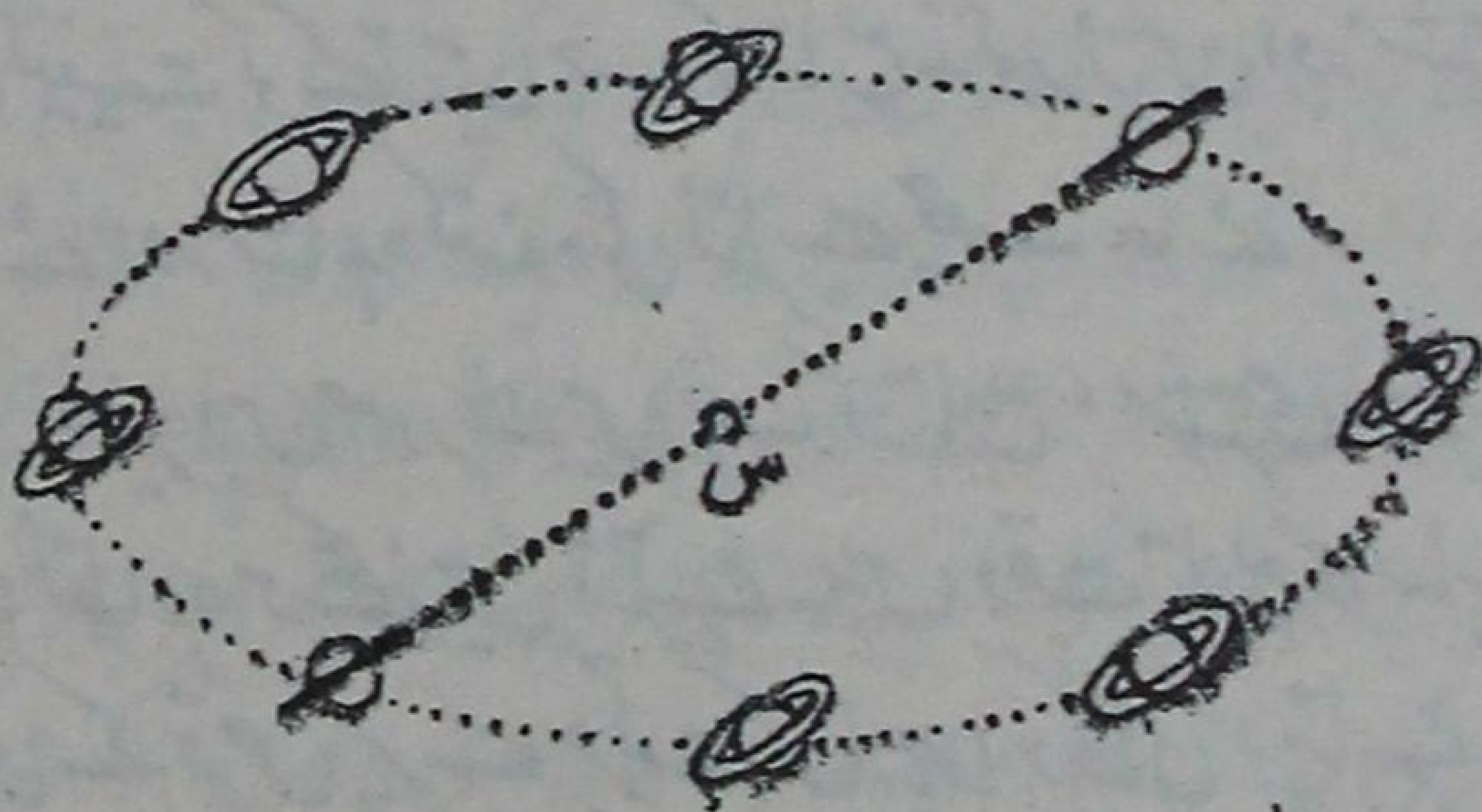
مشتری ♃

۷۸ - یہ سب سیاروں سے بڑا ہے اور اس کا قطر زمین کے قطر کا ۱۱ گُنا ہے - اِس کا مدار زمین کے مدار کی طرح تقریباً دائرہ ہے اور طریقِ شمس کے ساتھ تقریباً ۱½ کا زاویہ بناتا ہے - اگر اِسے دُوربین میں سے دیکھا جائے تو اس کے گرداگرد اس کے خطِ استوا کے متوازی بہت سی چمکدار پیٹیاں یا پٹکے دکھائی دیتے ہیں جو غالباً اِس کے کرۂ ہوائی میں بخارات یا بادلوں کی پیٹیاں ہیں - اِس کے پانچ توابع یا چاند ہیں جو معمولی دُوربین سے بھی نظر آسکتے ہیں - اِن پانچوں توابع کی دَوری مدتیں اور مشتری سے اِن کے اوسط فاصلے کپلر کے تیسرے کلیہ کے بموجب ہیں جو ہم دیکھ چکے ہیں کہ سُورج کے گرد دوسرے سیاروں کی حرکت کے لیے درست ہے - یہ کلیہ دیگر سیاروں کے توابع کی صورت میں بھی درست ہے اِن کے گرھن بہ کثرت واقع ہوتے ہیں جب کہ وہ مشتری کے سایہ کے اندر داخل ہوتے ہیں جو سورج کے مقابل جانب پڑتا ہے - یاد رہے کہ اس گرہن اور احتجاب میں التباس نہ ہونا چاہیے جو اُس کیفیت کو کہتے ہیں جب کہ تابع مذکور زمین اور مشتری کی سیدھ میں مشتری کے پیچھے چلا جائے اور مشاہدہ کنندہ کی نظر سے چھپ جائے -

نیز اس صورت میں جب کہ تابع، مشتری اور سُورج کے بیچ میں آجائے ایک عجیب نظارہ دیکھنے میں آتا ہے - اس وقت تابع کا سایہ ایک سیاہ دھبے کی شکل میں مشتری کے قُرص پر سے حرکت کرتا ہوا دکھائی دیتا ہے - یہ ایک حیرت انگیز منظر ہے جس کو دیکھ کر ہم اندازہ کر سکتے ہیں کہ چاند کی وجہ سے زمین پر جب کسوف کامل واقع ہوتا ہے تو عطارد یا زہرہ پر سے کیسا منظر دکھائی دیگا - تابع کا مرور بھی واقع ہوتا ہے جب کہ یہ دورانِ حرکت میں مشتری اور زمین کے درمیان اِن کی عین سیدھ میں آجاتا ہے -

زحل ♄

۷۹۔ زحل کا مدار قریب قریب ٹھیک دائرہ ہے، اور طریقِ شمس کے ساتھ تقریباً ۲½° کا زاویہ بناتا ہے۔ خاص خاص اوقات پر زحل کو دُوربین میں سے دیکھنے سے اس کی نہایت عجیب وغریب شکل نظر آتی ہے۔ اس کے گرداگرد حلقوں کا ایک سلسلہ ہے جو اس کی سطح کو مَس نہیں کرتے چنانچہ ان حلقوں اور سطح سیارۂ مذکور کی درمیانی جگہ میں سے بعض اوقات ثابت ستارے بھی دیکھے جاسکتے ہیں۔ اِن حلقوں کی سطح مستوی زحل کے مدار کی سطح مستوی کے ساتھ ۲۸° کا مستقل زاویہ بناتی ہے، اس لئے جب ہم اُن کو ترچھی وضع میں دیکھتے ہیں تو وہ ہمیں مستدیر نہیں بلکہ ناقص شکل میں نظر آتے ہیں۔ اِن کی نسبت یہ خیال ہے کہ یہ بے شمار چھوٹے چھوٹے توابع سے بنے ہوئے ہیں۔ وہ غائب ہو جاتے ہیں جب کہ (۱) زمین اُن کی سطح مستوی ممدودہ میں آجاتی ہے کیونکہ یہ اس قدر پتلے ہیں کہ جب ان کا کنارہ ہمارے مقابل میں آتا ہے تو یہ سوائے ایک طاقتور دُوربین کی مدد کے ہمیں دکھائی نہیں دے سکتے، (۲) جب کہ اِن کی سطح مستوی ممدودہ سورج میں سے گزرتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وہ کسبِ نور کے لیے سُورج کے محتاج ہیں اور اُس وقت محض اُن کا کنارہ روشن ہوتا ہے، (۳) جب کہ اُن کی سطح مستوی ہمارے اور سُورج کے درمیان آجاتی ہے کیونکہ اُس وقت اِن کی سطح کا تاریک رُخ ہماری طرف ہوتا ہے اس لیے ہم ان کو دیکھ نہیں سکتے۔



شکل ۳۲۔ زحل کے حلقوں کی ہیئتیں۔

اس لیے علاوہ زحل کے آٹھ تابع ہیں اور یہ سب کے سب حلقۂ مذکور سے

باہر واقع ہیں۔ اِن میں سے، جو زحل کے قریب ہیں ایسے مداروں میں حرکت کرتے ہیں جن کی مستوی سطحیں تقریباً حلقوں کی سطح مستوی پر منطبق ہوتی ہیں۔ آٹھویں تابع کا مدار اس سطح مستوی کے ساتھ تقریباً ۱۰° کا زاویہ بناتا ہے۔

ہرشل ♅

سیارہ ہرشل کو پہلے پہل سر ولیم ہرشل نے ۱۷۸۱ء میں دریافت کیا تھا جس کے نام پر سیارۂ مذکور نامزد کیا گیا۔ اس کا مدار تقریباً دائرہ ہے اور طریقِ شمس کے ساتھ بہت چھوٹا زاویہ بناتا ہے۔ اب تک اس کے چار تابع معلوم ہو چکے ہیں جن کے مدار ہرشل کے مدار کی سطح مستوی پر تقریباً عمود ہیں۔

نیپچون ♆

علمِ ہیئت کی تاریخ میں نیپچون کا انکشاف ایک نہایت شاندار واقعہ ہے۔ یہ دیکھا گیا کہ ہر قسم کی معلومہ مخل قوتوں کا لحاظ کر لینے کے بعد نیپچون کو ٹھیک جن مقامات پر ہونا چاہیے وہ وہاں نہیں واقع ہوتا۔ اس پر یہ خیال کیا گیا کہ ضرور کوئی نہ کوئی نامعلوم سیارہ ہوگا جس کی کشش کی وجہ سے یہ خلل واقع ہوتا ہے۔ نہایت پُرمشقت حسابوں سے اِس نامعلوم سیارہ کا مقام لیویریئر[۵] نے فرانس میں اور آڈمز[۶] نے انگلستان میں تقریباً ایک ہی وقت میں ۱۸۴۶ء میں معلوم کر لیا۔ نیپچون کا ایک تابع بھی دریافت ہو چکا ہے۔

ذو ذنب یا دُمدار تارے

۸۰ - نظامِ شمسی میں ایک اور قسم کے بھی بہت سے اجرام ہیں جو اپنی طبیعی حالت اور اپنے مداروں کی نوعیت کے لحاظ سے جو یہ سُورج کے گرد بناتے ہیں سیاروں سے بالکل مختلف ہیں۔ ان اجرام کو دُمدار تارے کہتے ہیں۔ دُمدار تارے آپس میں بھی اپنی شکل کے لحاظ سے بہت اختلاف رکھتے ہیں۔ اور تو کیا ایک ہی دُمدار کی شکل اور قد و قامت میں بھی اس کے مدار کے مختلف حصّوں پر معتد بہ تبدیلی پیدا ہو سکتی ہے۔ لیکن بالعموم اس کے ایک سرے پر ایک چمکدار مرکزہ ہوتا ہے جس کے گرد سدیمی مادہ کی ایک لمبی دُم دور تک پھیلی ہوتی ہے اُن دُمدار

۵ Leverrier ۶ Adams

تاروں میں سے جو اب تک دیکھے گئے ہیں بعض کی دُمیں نہایت بڑی تھیں ۔ چنانچہ سنہ ۱۸۱۱ء کے دُمدار تارے کی دُم طول میں ۲۳ درجہ تھی ۔ سنہ ۱۸۴۳ء کے ایک اور کی دُم ۴۰° کی تھی ۔ سنہ ۱۸۶۱ء کا دُمدار آسمان پر ۱۰۴° تک کی قوس میں پھیلا ہوا تھا ۔

عام طور پر دُمدار تارے آسمان پر دفعتہً نمودار ہوتے ہیں اور چند ہفتوں تک دکھائی دیتے رہتے ہیں ، اس اثنا میں وہ نہایت تیز رفتار سے سُورج کے قریب آتے ہیں اور پھر واپس لوٹتے ہیں حتیٰ کہ بالآخر نظر سے غائب ہو جاتے ہیں ۔

دُمدار تاروں کی کمیت اور کثافت بہت کم ہوتی ہے یہاں تک کہ مدہم ستارے بھی اُن کے بیچ میں سے اِس طرح چمکتے ہوئے نظر آتے ہیں گویا کہ ہمارے اور ان کے درمیان کوئی مادی شئے حائل ہی نہیں ہے ۔

ان دُمداروں میں سے اکثر اتنے خارج المرکز مداروں پر حرکت کرتے ہیں کہ اِن (مداروں) کو مکافی ہی سمجھنا چاہیے جس کے ایک ماسکہ پر سُورج ہو اور دوسرا ماسکہ لاتناہی فاصلہ پر ہو لیکن بعض دُمدار ایسے بھی ہیں کہ اگرچہ ان کے مدار دیگر سیّاروں کے مداروں کے مقابلہ میں ایک جانب بہت کھنچے ہوتے ہیں تاہم یہ اس قدر چھوٹے ہیں کہ نظامِ شمسی ہی میں داخل ہیں ۔ اِن کی حرکتیں محسوب کی جاسکتی ہیں اور یہ جن ناقصوں کو مرتسم کرتے ہیں اُن سے متعلقہ ضروری امور کو جاننے سے ان کی واپسی کی تاریخیں بھی بیش از بیش بتائی جاسکتی ہیں ۔ اس قسم کے تاروں کو دَوری دُمدار کہتے ہیں ۔

دُمداروں کے مدار زیادہ خارج المرکز ہونے کے علاوہ ، دیگر سیّاروں کے مداروں سے اس امر میں مزید اختلاف رکھتے ہیں کہ وہ طریقِ شمس کی سطحِ مستوی کے ساتھ کوئی بھی زاویہ بنا سکتے ہیں ۔ نیز کُل سیارے سُورج کے گرد اُسی سَمت میں گردش کرتے ہیں جس میں کہ زمین گردش کرتی ہے ۔ مگر بعض دُمداروں کی حرکت راست ہوتی ہے اور بعض کی رجعی ۔

دَوری دُمدار تارے

۸۱ ۔ ہیلی کا دُمدار ۔ دَوری دُمداروں میں ہیلی کا دُمدار شاید سب سے زیادہ مشہور ہے ۔ مشاہدہ سے معلوم کیا گیا کہ جو دُمدار سنین ۱۵۳۱ ، ۱۶۰۷ ، ۱۶۸۲ میں نمودار ہوئے اُن سب کے عقدوں کے مقام ، سُورج سے اُن کے حضیضی فاصلے ، طریقِ شمس کی سطحِ مستوی سے

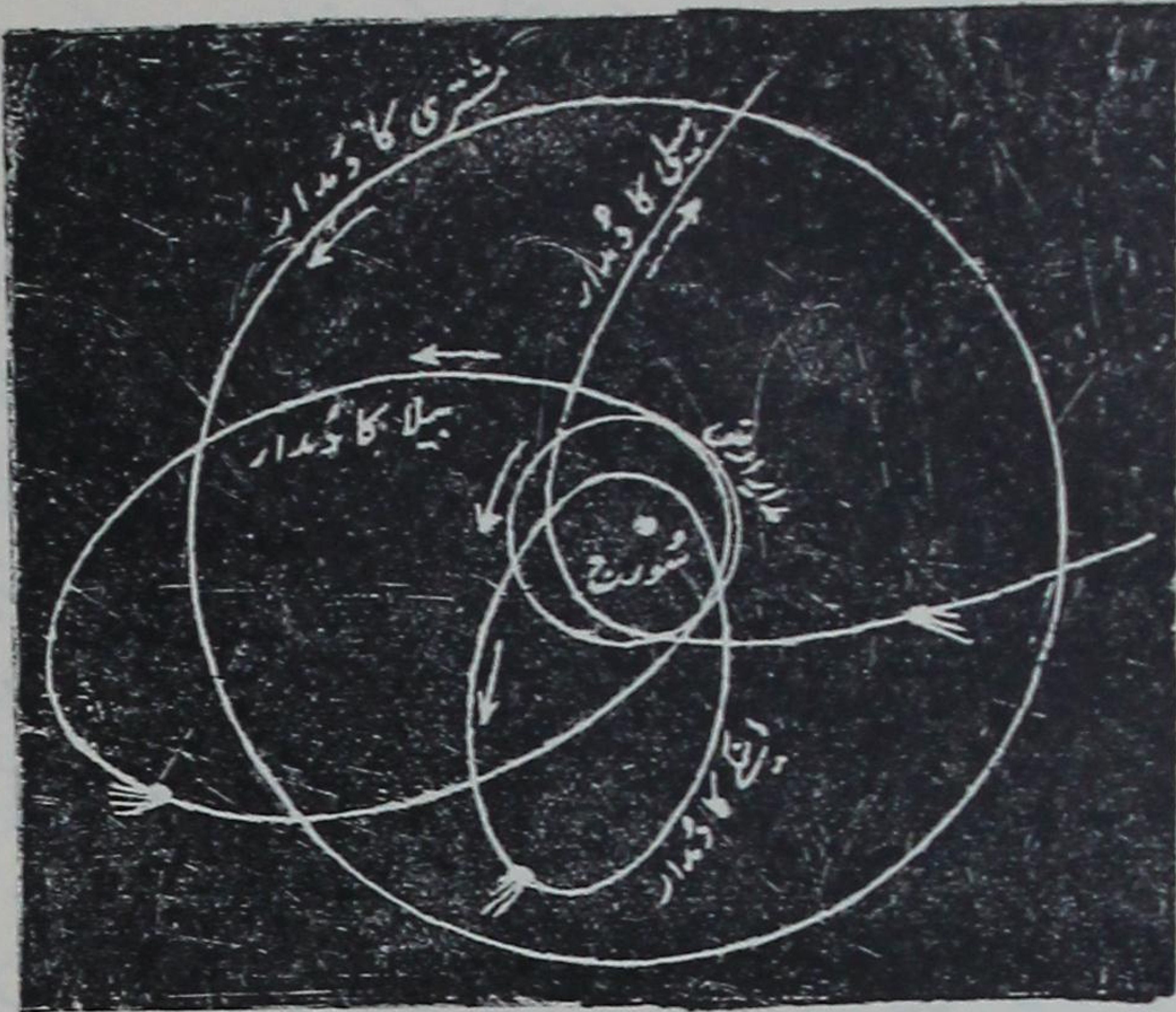
ان کے مداروں کے میلان اور بعض دیگر پیمائشیں ایک دوسرے کے بالکل مماثل تھیں - اس سے ہیلی نے یہ نتیجہ نکالا کہ وہ اصل میں ایک ہی دُمدار ہے جس کی دَوری مدت سُورج کے گرد ۷۵ سال کی ہے اِس سے اس نے پیشگوئی کی کہ وہ پھر ۱۷۵۸ء میں نمودار ہوگا۔ کلیرٹ[ب] نے حساب لگا کر دریافت کیا کہ زُحل اور مشتری کی مخل کششوں کی وجہ سے خلل واقع ہوکر بالترتیب ۵۱۸ دن اور ۱۰۰ دن کی تاخیر ہوگی اور پیشگوئی کی کہ وہ اپریل ۱۷۵۹ء کے تقریباً وسط میں سورج کے قریب ترین مقام یعنی حضیض پر ہوگا۔ ہرشل اور نیپچون چونکہ اُس وقت دریافت ہی نہیں ہوئے تھے اس لئے اُن کے مخل اثرات کا اندازہ نہیں کیا گیا۔ یہ دُمدار تارہ فی الحقیقت ۱۷۵۸ء کے اواخر میں نمودار ہوا اور مارچ ۱۷۵۹ء کے وسط میں حضیض پر پہنچا۔

ہیلی کا دُمدار اُس کے بعد ۱۸۳۵ء میں ظاہر ہوا اور پھر ۱۹۱۰ء میں دکھائی دیا۔ زمانۂ قدیم میں ہیلی کا دُمدار ۱۰۶۶ء میں ایک نہایت اہم تاریخی موقع پر ظہور پذیر ہوا تھا جب کہ نارمنوں نے انگلستان کو فتح کیا تھا۔ اس دُمدار تارے کی تصویر بوز کے پردے (Bayeux tapestry) پر منقوش ہے۔

اینکے[ا] کا دُمدار — یہ دُمدار بھی سُورج کے گرد ناقص کی شکل کا مدار بناتا ہے۔ حضیض پر یہ عطارد سے بھی زیادہ سُورج کے قریب ہوتا ہے اور اوج پر جب کہ اس کا شمسی فاصلہ زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے یہ اتنا دُور نہیں ہوتا جتنا کہ مشتری ہے۔ پس اس کے مدار کو نظامِ شمسی کی حدود کے اندر تصور کرنا بیجا نہیں ہے۔ اس کی دَوری مدت تقریباً $3\frac{1}{3}$ سال ہے۔ اس دُمدار کی حرکت نہایت احتیاط اور صحت کے ساتھ مشاہدہ کی گئی ہے اور زمین اور دیگر سیاروں کی کششوں سے اس کی حرکت میں جو خلل پیدا ہوئے ہیں اُن کو محسوب کیا گیا ہے لیکن ان تمام مخل قوتوں کا اثر محسوب کر لینے کے باوجود اس کی ایک مکمل گردش کے دَوری وقت میں $2\frac{1}{2}$ گھنٹہ کی کمی رہتی ہے۔ اینکے نے اس کی توجیہ اس طرح کی کہ سُورج کے گرد بہت زیادہ فاصلہ تک ایک ایسا واسطہ موجود ہے جو اگرچہ بذاتہٖ بہت ہی لطیف ہے لیکن بایں ہمہ دُمدار جیسے کم کثافت والے جرم کی حرکت میں اتنی مزاحمت پیدا کر سکتا ہے کہ اس کے دَوری وقت میں قابلِ لحاظ کمی واقع ہو۔

غیر دَوری دُمدار، دَوری دُمداروں کی نسبت تعداد میں بہت زیادہ ہیں۔

[ا] Encke [ب] Clairaut



شکل ۴۳ ۔ بعض دوری دُمدار تاروں کے مدار

۱۸۴۳ء کا بڑا دُمدار ڈوناٹی کا دُمدار ہے جو ۱۸۵۸ء میں دکھائی دیا اور ۱۸۸۱ء کا دُمدار سب اسی قسم میں شامل ہیں۔

شہابِ ثاقب (ٹوٹا تارہ)

۸۲ ۔ نظامِ شمسی کے جن مختلف ارکان کا اوپر ذکر ہو چکا ہے اُن کے علاوہ بے شمار اور چھوٹے چھوٹے اجرام ہیں جن کو شہابِ ثاقب کہتے ہیں۔ جب یہ جرم جن کی رفتار بہت تیز ہوتی ہے زمین کی حرکت کی مخالف سمت میں حرکت کرتے ہوئے زمین کے کرۂ ہوائی سے متصادم ہوتے ہیں تو اِن کی اضافی رفتار اتنی تیز ہوتی ہے کہ ہوا کی مزاحمت سے جو حرارت پیدا ہوتی ہے وہ ان کو جلا کر خاک کر دینے کے لیے کافی ہوتی ہے اور وہ آسمان پر روشنی کی ایک لکیر کی شکل میں نظر آتے ہیں۔ شاذو نادر ان میں سے بعض ایسے ہوتے ہیں کہ اُن کی رفتار اتنی تیز نہیں ہوتی اور وہ زمین پر بغیر تلف ہوئے گر پڑتے ہیں۔ ان کو شہابی پتھر کہتے ہیں۔ شہابِ ثاقب کا ارتفاع ۱۶ میل سے ۱۶۰ میل تک محسوب ہوا ہے۔

اگرچہ انفرادی طور پر شہابِ ثاقب تقریباً ہر رات نظر آتے ہیں لیکن سال میں تین مرتبہ یہ بہت کثرت سے دکھائی دیتے ہیں۔ اگست ۹ - ۱۱، نومبر ۱۲ - ۱۴، نومبر ۲۷ - ۲۹۔

نقطۂ اشعاع - ان اگست اور نومبر کی شہابی بوچھاروں میں آسمان پر اکثر شہابِ ثاقب کے ظاہری راستے ایک مشترک نقطہ سے انشاع کرتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔ اِس نقطہ کو نقطۂ اشعاع کہتے ہیں۔ یہ اثر محض منظرہ سے پیدا ہوتا ہے۔ ہم ابھی دیکھینگے کہ اس جھُنڈ کے سب شہاب جن میں سے زمین گزر رہی ہو اُس قلیل عرصہ میں جس میں کہ وہ مشاہدہ کیے جاسکتے ہیں تقریباً متوازی سمتوں میں حرکت کرتے ہیں۔ اب اگر ہم ان خطوں اور مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والی مستوی سطحوں پر غور کریں تو یہ سب کرۂ سماوی کو ایسے کبیر دائروں پر قطع کرینگی، جن کا قطرِ مشترک مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والا، ان کی حرکت کی سمتوں کا متوازی خط ہوگا۔ یہ خطِ ممدودہ کرۂ سماوی کو جن دو نقطوں پر قطع کریگا وہ مندرجۂ بالا سب دائروں کے مشترک نقاطِ تقاطع ہونگے اور ان میں سے ایک نقطہ نقطۂ اشعاع ہوگا۔ اگست کے شہابِ ثاقب کا نقطۂ اشعاع پرشاؤس کے منڈل میں ہوتا ہے اور نومبر کی بوچھاروں کا بالترتیب برُجِ اسد اور اندرومیدا یا مراۃ المسلسلہ میں۔ پس یہ بوچھاریں ذیل کی تین قسموں کی ہوتی ہیں:-

پرشاؤسی شہاب	اگست ۹ - ۱۱	نقطۂ اشعاع پرشاؤس میں
اسدی "	نومبر ۱۲ - ۱۴	" اسد میں
اندرومیدی "	نومبر ۲۷ - ۲۹	" اندرومیدا میں

دُمدار تاروں اور شہابِ ثاقب کا تعلق

۸۳ - جو شہابِ ثاقب ۱۴ نومبر کی رات کو کرۂ ہوائی میں سے نہایت سرعت کے ساتھ گزرتے ہوئے روشنی کی دھاری کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں اُن کی نسبت خیال کیا جاتا ہے کہ وہ نہایت کثیر التعداد چھوٹے چھوٹے اجرام کے ایک طویل سلسلہ کے حصے ہیں جن کے مدار قریب قریب ٹمپل کے دُمدار کے مدار پر منطبق ہوتے ہیں۔ اس دُمدار کا مدار فی الحقیقت زمین کے مدار کو منقطع کرتا ہے اور زمین اس نقطۂ تقاطع پر تقریباً ۱۴ نومبر کو پہنچتی ہے۔

ان اجرام کے مدار کی طیلچی پٹی کے بعض حصے ایسے ہیں جہاں یہ اجرام جمگھٹوں میں مجتمع ہیں اور بعض صورتوں میں ان گروہوں کے درمیان کافی بڑے بڑے وقفے ہوتے ہیں اس طرح زمین ان میں سے کسی نہ کسی گروہ میں سے گزرتی ہے مثلاً ۱۳ ر نومبر ۱۸۶۶ء کو جب زمین اسی قسم کے ایک جھنڈ میں سے گزری تو فضائے آسمان لکھوکھہا ہائے شہابِ ثاقب سے منوّر نظر آئی جو نہایت قابلِ دید نظارہ تھا۔

چونکہ اس جھنڈ کا دَوری وقت ۳۳ سال کا ہے اس لیے امیدِ واثق تھی کہ نومبر ۱۸۹۹ء کو بھی ویسا ہی دلچسپ اور چمکدار منظر دکھائی دیگا۔ لیکن اگرچہ اِس مجمع کے منفرد اجرام زمین کے مختلف حصوں سے دیکھے گئے لیکن بہ ہیئتِ مجموعی نتیجہ نہایت مایوس کُن رہا اور اس کی توجیہ میں ہم تخیلات سے زیادہ کوئی قابلِ وثوق اسباب بیان نہیں کر سکتے۔

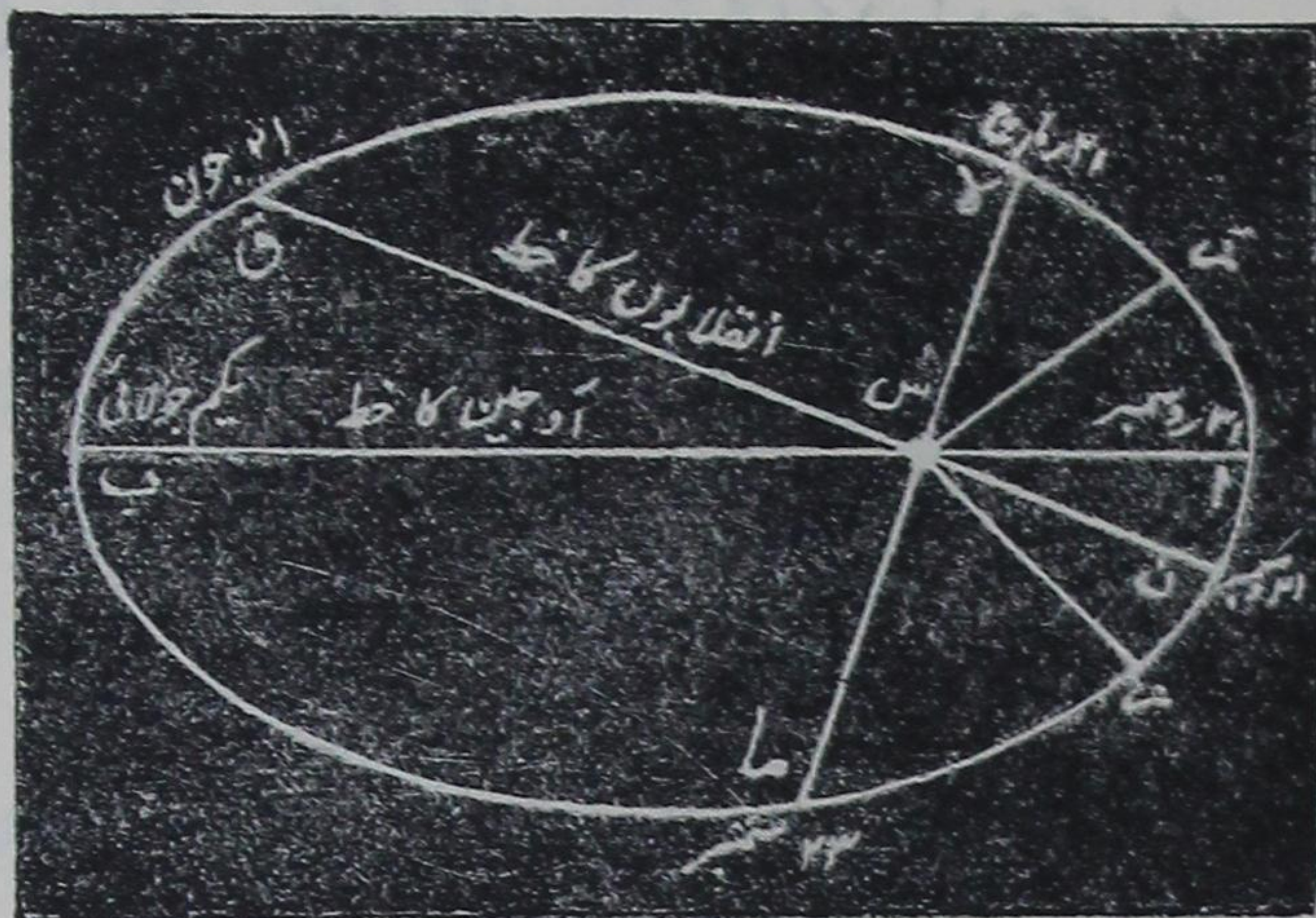
اندرومیدیوں (Andromedes) اور پرشیاؤسیوں (Perseids) کی بوچھاروں کے اسباب بھی اسدی شہابوں کی طرح بیان ہو سکتے ہیں۔ اول الذکر کی وجہ یہ ہے کہ بیلا کے دُمدار کا مدار زمین کے مدار کو جس نقطہ پر کاٹتا ہے وہاں زمین تقریباً ۲۷ ر نومبر کو پہنچتی ہے۔

۴۸ ۔ **خطِ اَوجین** ۔ زمین یا کسی اَور سیارہ کے مدار کے اِن نقطوں کو جن پر یہ سورج سے نزدیک ترین یا بعید ترین ہو (حضیض اور اوج) اَوجین کہتے ہیں۔ زمین نقطۂ ا پر ۳۱ ر دسمبر کو سورج کے نزدیک ترین ہوتی ہے اور مقابل کے بعید ترین نقطہ ب پر یکم جولائی کو پہنچتی ہے۔ خط ا ب کو اَوجین کا خط کہتے ہیں۔ یہ خط مُرجّاً ناقص کے محورِ اعظم پر منطبق ہوتا ہے۔

نوٹ ۔ سورج کا ظاہری قطر بڑے سے بڑا ہوتا ہے جب زمین مقام ا پر ہو۔ اور چھوٹے سے چھوٹا ہوتا ہے جب زمین ب پر ہو۔ نیز اگر ن، نَ دو ایسے مقامات ہوں کہ < ا س ن = < ا س نَ تو اِن مقامات پر سُورج کے ظاہری قطر مساوی ہونگے۔ کیونکہ ناقص کے تشاکل سے ظاہر ہے کہ فاصلے س ن س نَ مساوی ہیں۔

خطِ اَوجین کی سمت کی تعیین ۔ بظاہر یہ معلوم ہوتا ہے کہ اَوجین کے خط کی سمت کا معلوم کر لینا کوئی مشکل امر نہیں ہے کیونکہ یہ سورج کے

اُن دو مقاموں کو معلوم کر لینے سے نہایت آسانی سے معلوم ہو سکتی ہے جب کہ سورج کا



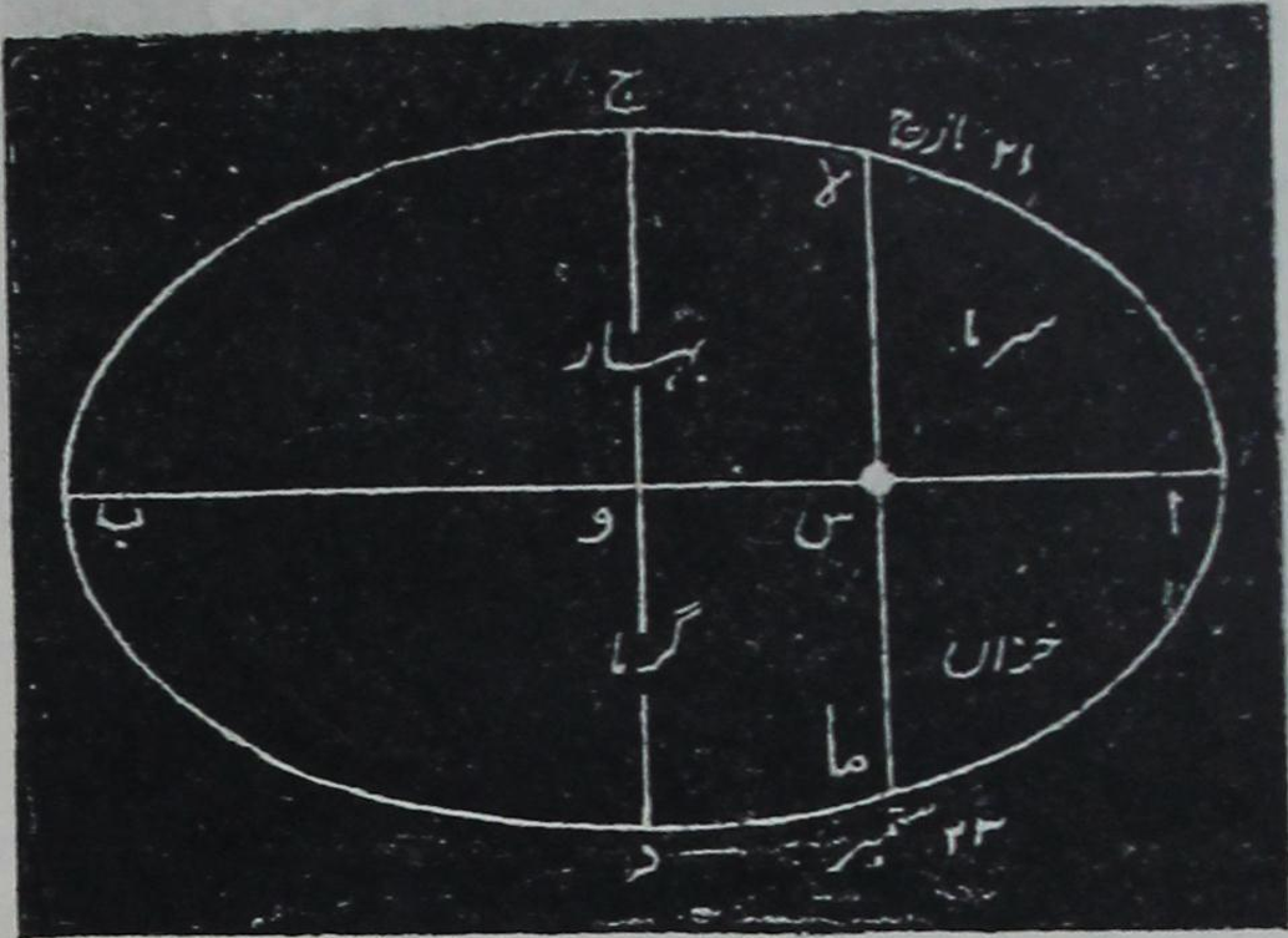
شکل ۴۳

ظاہری قطر کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ ہو۔ در اصل یہ معلوم کرنا کہ یہ ظاہری قطر کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ کس وقت ہوتا ہے کوئی آسان کام نہیں ہے۔ کیونکہ یہ زمین کے اوجین میں سے گزرنے کے کچھ عرصہ پہلے اور کچھ عرصہ بعد مستقل رہتا ہے۔ پس اس کے معلوم کرنے کے لیے ذیل کا طریقہ اختیار کیا جاتا ہے۔ جب حضیض میں سے گزرنے سے کافی عرصہ پہلے زمین کا مقام ۱ پر ہو تو سورج کا ظاہری قطر ناپ لیتے ہیں اور طول بلد دیکھ لینے سے اس کے مقام کو طریقِ شمس پر معلوم کر لیتے ہیں۔ اسی طرح حضیض میں سے گزر چکنے کے بعد اس مقام کا طولِ بلد معلوم کر لیتے ہیں جب کہ سورج کا ظاہری قطر وہی ہو جو پہلے تھا۔

فرض کرو کہ اس وقت زمین ۲ پر ہے۔ تب اِن دونوں طولوں کا اوسط طریقِ شمس پر کے اُس نقطہ کو تعبیر کریگا جہاں سورج زمین کے نقطۂ حضیض میں سے گزرنے کے وقت ہوگا۔ اس نقطہ کو زمین کے ساتھ ملانے والا خط اوجین کے خط کی سمت ظاہر کریگا۔

اوجین کے خط کی آہستہ حرکت — خطِ اوجین کے مقام کو متواتر کئی سال تک دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ طریقِ شمس کی سطح مستوی میں یہ خفیف سی راست حرکت بھی رکھتا ہے جو ۲۵ء۱۱ اِنچ فی سال کے مساوی ہے۔

۸۵- موسموں کے طول — اگر شکل ۴۴ میں انقلابوں کے وقت زمین کا مقام بالترتیب ن اور ق پر ہو تو خط لا ما (جو س میں سے خط ن ق پر



شکل ۴۵

عمود وار کھینچا گیا ہے) کے سروں لا اور ما سے (دیکھو شکل ۴۴) بالترتیب زمین کے اعتدالِ ربیع اور اعتدالِ خریف کے مقام ظاہر ہونگے۔ اس طرح سے زمین کا مدار چار قوسوں لا ق، ق ما، ما ن، ن لا میں منقسم ہوجاتا ہے جن سے بالترتیب موسمِ بہار، گرما، خزاں اور سرما کی تعبیر ہوتی ہے۔

یہ چار موسم طول میں مساوی نہیں ہوتے۔ بہار اور گرما ۲۱ مارچ سے ۲۳ ستمبر تک رہتے ہیں اور خزاں اور سرما سے جو ۲۳ ستمبر سے ۲۱ مارچ تک رہتے ہیں تقریباً ۸ دن زیادہ لمبے ہوتے ہیں۔ اس عدم تساوی کی وجہ کیپلر کے دوسرے کلیہ کی مدد سے بآسانی ہوسکتی ہے۔

فرض کرو کہ ا ب انقلاب کا خط ہے (دیکھو شکل ۴۵) جو آسانی کی خاطر خطِ اوجین پر منطبق فرض کیا گیا ہے۔ لا ما اعتدالین کا خط ہے اور ج د ناقص کا محورِ اصغر ہے یعنی ناقص کے مرکز و میں سے ا ب پر عمود ہے۔ اب چونکہ ج د ناقص کے رقبہ کی تنصیف کرتا ہے اس لیے

رقبہ ج ب د = رقبہ ج ا د

∴ رقبہ ج ب د > رقبہ لا ا ما

∴ صریحاً رقبہ لا ب ما > رقبہ لا ا ما

لیکن چونکہ مساوی رقبے مساوی وقتوں میں مرتسم ہوتے ہیں اس لیے ظاہر ہے کہ بہار اور گرما کا مجموعی طول خزاں اور سرما کے مجموعی طول سے زیادہ ہے - لہذا چار موسموں کے طول حسبِ ذیل ہیں:-

بہار	گرما	خزاں	سرما
۹۲ دن ۲۰ $\frac{۳}{۴}$ گھنٹے	۹۳ دن ۱۴ $\frac{۱}{۲}$ گھنٹے	۸۹ دن ۱۸ $\frac{۱}{۲}$ گھنٹے	۸۹ دن $\frac{۱}{۲}$ گھنٹہ

مدارِ ارض کا خروج المرکز

۸۶ - **تعریف** - ناقص کے مرکز اور ماسکہ کے درمیانی فاصلہ کو اس کے نصف محورِ اعظم سے جو نسبت ہوتی ہے اُس کو خروج المرکز کہتے ہیں - پس

خروج المرکز ز = $\frac{\text{وس}}{\text{و ا}}$ (شکل ۴۵)

ہم زمین کے مدار کے خروج المرکز کو سورج کے بڑے سے بڑے اور چھوٹے سے چھوٹے ظاہری قطروں کی رقوم میں بیان کر سکتے ہیں -

چونکہ وس = $\frac{۱}{۲}$ (س ب - س ا)

و ا = $\frac{۱}{۲}$ (س ب + س ا)

∴ ز = $\frac{\text{س ب - س ا}}{\text{س ب + س ا}}$

لیکن س ا اور س ب بالترتیب ا اور ب پر سورج کے ظاہری قطروں کے بالعکس متناسب ہیں - پس اگر ظاہری قطر ق اور قَ ہوں تو

ز = $\frac{\frac{۱}{\text{ق}} - \frac{۱}{\text{قَ}}}{\frac{۱}{\text{ق}} + \frac{۱}{\text{قَ}}}$ = $\frac{\text{قَ - ق}}{\text{قَ + ق}}$

پس مدارِ ارض کا خروج المرکز سورج کے بڑے سے بڑے اور چھوٹے سے چھوٹے ظاہری قطروں کے فرق کو اِن کے حاصل جمع پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔

مثال ۔ سورج کا بڑے سے بڑا ظاہری قطر ۳۲′ ۳۶″ ہے اور چھوٹے سے چھوٹا ۳۱′ ۳۲″ ۔ اِس سے زمین کے مدار کا خروج المرکز محسوب کرو۔

یہاں $$\text{خ} = \frac{\text{ق} - \text{ق}'}{\text{ق} + \text{ق}'} = \frac{\text{۱۹۵۶} - \text{۱۸۹۲}}{\text{۱۹۵۶} + \text{۱۸۹۲}} = \frac{\text{۱}}{\text{۶۰}}$$ تقریباً

عام مثالیں

۱ ۔ سورج سے ایک سیارہ کا ابتعاد ۱۵۰° ہے ۔ کیا یہ سیارہ سفلی ہے یا علوی؟

جواب علوی (نتیجۂ صریح دفعہ ۵۹)

۲ ۔ ایک سیارہ تربیع میں ہے ۔ کیا یہ سفلی ہے یا علوی؟ جواب علوی

۳ ۔ ایک دُوربین کے ذریعہ دو سیارے دیکھے گئے ہیں ۔ ایک سیارہ پتلے ہلال کی شکل میں ہے اور دوسرا نصف دائرے کی شکل میں نمایاں ہے ۔ بتاؤ کہ یہ سیارے سفلی ہیں یا علوی ۔

جواب دونوں سفلی (دفعہ ۶۴)

۴ ۔ زمین اور سورج کے محاذی ایک سیارہ پر جو زاویہ بنتا ہے اُس کا خارجی زاویہ ۱۲۰° کا ہے ۔ بتاؤ سیارہ کا جو نصف کرہ زمین کے سامنے ہے اُس کا کس قدر حصہ روشن ہے

جواب $\frac{\text{۳}}{\text{۴}}$ (دفعہ ۶۱)

۵ ۔ مشق (۴) میں اس کے مرئی منوّر حصہ کی جو ظاہری چوڑائی اس کے چوڑے سے چوڑے حصہ پر ہے اس کی نسبت، سیارہ کے پورے قرص کے ظاہری قطر کے ساتھ معلوم کرو۔ (دفعہ ۶۲) ۔

یہاں $$\frac{\text{ظاہری چوڑائی}}{\text{سیارہ کا قطر}} = \frac{\text{ر سہم الجیب ۱۲۰°}}{\text{۲ر}}$$

$$= \frac{\text{ر(۱ − جم ۱۲۰°)}}{\text{۲ر}} = \frac{\text{ر}(\text{۱} + \frac{\text{۱}}{\text{۲}})}{\text{۲ر}} = \frac{\text{۳ر}}{\text{۴ر}} = \frac{\text{۳}}{\text{۴}}$$

۶ ۔ ایک سیارہ کا سورج سے بڑے سے بڑا ابتعاد جو زمین سے مشاہدہ کیا گیا ہے

۳۰ ہے۔ سورج سے زمین کے فاصلے کو ۹ کروڑ ۲۰ لاکھ میل مان کر سیارۂ مذکور کے مدار کا نصف قطر معلوم کرو۔ جواب ۴ کروڑ ۶۰ لاکھ میل۔

۷۔ زمین اپنے مدار پر جس رفتار سے حرکت کرتی ہے اُس کی تقریبی قیمت فی ثانیہ میلوں کی رقوم میں محسوب کرو۔ جواب ۱۸٫۳

۸۔ اگر زحل کے دو متواتر مقاموں میں ۳۷۸ دن کا عرصہ ہو تو زحل کے سال کا طول معلوم کرو۔

یہاں $\frac{۱}{۳۶۵٫۲۵} - \frac{۱}{ی} = \frac{۱}{۳۷۸}$ (دفعہ ۶۷)

حل کرنے سے ی = ۱۰۸۴۸٫۶ دن

= ۲۹٫۶ سال

۹۔ عطارد کا دَوری وقت ۸۸ دن کا ہے۔ اس کے دو متواتر ادنیٰ اقترانوں کے درمیان کتنا وقفہ ہوگا۔

یہاں $\frac{۱}{۸۸} - \frac{۱}{۳۶۵٫۲۵} = \frac{۱}{ت}$

حل کرنے سے ت = ۱۱۵٫۹ دن

۱۰۔ سورج سے زہرہ کا اوسط فاصلہ زمین کے فاصلہ کا تقریباً ۰٫۷۲ گُنا ہے، کیپلر کے کلیوں کی مدد سے زہرہ کا دَوری وقت معلوم کرو۔

یہاں کیپلر کے تیسرے کلیہ کی رُو سے

$ت^۲ : ت'^۲ = ر^۳ : ر'^۳$

یعنی $ت^۲ : (۳۶۵٫۲۵)^۲ = (۰٫۷۲)^۳ : (۱)^۳$

∴ $ت = \sqrt{(۳۶۵٫۲۵)^۲ \times (۰٫۷۲)^۳} = ۲۲۳$ دن تقریباً۔

۱۱۔ بوڈ (Bode) کے کلیہ کی رُو سے سورج سے مختلف سیاروں کے جو فاصلے ہیں اُن کو درست تسلیم کر کے (۱) عطارد کا (۲) زحل کا دَوری وقت معلوم کرو۔

جواب { (۱) ۹۰٫۱۱ دن
(۲) ۱۱۵۵۰٫۶۳ دن

۱۲ - اگر کوئی سیارہ سورج سے ۵ لاکھ میل کے فاصلہ پر اس کے گرد گردش کرتا تو بتاؤ کہ اس کا دَوری وقت کیا ہوتا۔

جواب ۳½ گھنٹے تقریباً

۱۳ - اس کی کیا وجہ ہے کہ دُمدار تاروں کی رفتار حضیض پر ان کے مداروں کے کسی دوسرے مقام کی نسبت زیادہ تیز ہوتی ہے۔ (کیپلر کا دوسرا کلیہ)

۱۴ - مریخ کے دو تابع ہیں جن کے دَوری وقت تقریباً ۳۰ گھنٹے اور ۷½ گھنٹے ہیں۔ مریخ سے اِن کے اوسط فاصلوں کی نسبت معلوم کرو۔

چونکہ کیپلر کے کلیہ کا اطلاق توابع کی حرکتوں پر بھی ہوتا ہے اس لیے

ت۲ : تَ۲ = ر۳ : رَ۳

یعنی (۳۰)۲ : (۷½)۲ = ر۳ : رَ۳

یا ۴۲ : ۱۲ = ر۳ : رَ۳

∴ ∛۱۶ : ۱ = ر : رَ

پس مریخ سے اِن کے اوسط فاصلوں کی نسبت

∛۱۶ : ۱ یعنی ۲ ∛۲ : ۱ ہے -

۱۵ - عطارد کی رفتار اپنے مدار پر ۳۰ میل فی ثانیہ ہے۔ اس سے زحل کی رفتار محسوب کرو۔

یہاں ف : فَ = √رَ : √ر

یا ۳۰ : فَ = √۱۰۰ : √۴ (کلیۂ بوڈ)

یا ۳۰ : فَ = ۱۰ : ۲

∴ ۱۰ فَ = ۶۰ یعنی فَ = ۶ میل فی ثانیہ

۱۶ - مریخ کے تابع ۵ ستمبر ۱۸۷۷ء کو معلوم کیے گئے، یہ تاریخ مریخ کے مشاہدہ کے لیے سب سے زیادہ موزوں کیوں تھی؟

[دفعہ ۷۷]

سیاروں کے ناموں، دوروں وغیرہ کی جدول

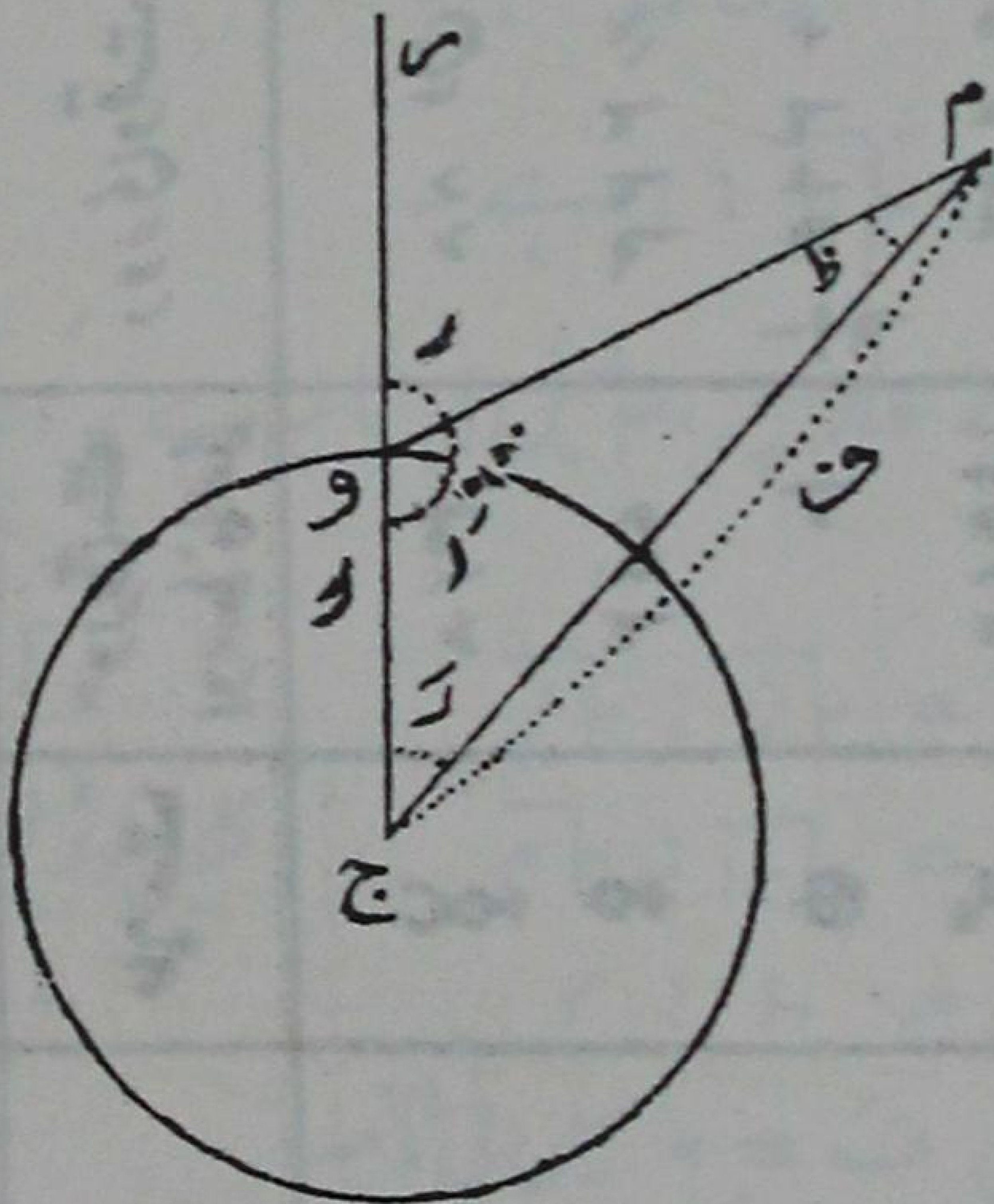
نام	علامت	سورج سے اوسط فاصلہ	دوری وقت	اجتماعی دور	قطر جب کہ زمین کا قطر ۱۰ ہو	رفتار فی ثانیہ میلوں میں	مدار کا زاویہ میلان	قوسیں جو وہ پیچھے ہٹتے ہیں
عطارد	☿	۳٫۸	۸۸ دن	۱۱۵٫۹ دن	۳٫۸	۳۰	۷° ۰′	۱۲°
زہرہ	♀	۷٫۲	۲۲۴ ″	۵۸۴ ″	۹٫۶	۲۱ ½	۳° ۲۳′	۱۶°
زمین	⊕	۱۰	۳۶۵ ¼ ″	—	۱۰	۱۸ ½	—	—
مریخ	♂	۱۵٫۲	۶۸۶ ″	۷۸۰ ″	۵٫۳	۱۵	۱° ۵۱′	۱۸°
نجمیات		۲۶٫۵	۳–۸ سال	—	—	—	—	—
مشتری	♃	۵۲	۱۲ ″	۳۹۹ ″	۱۱۰٫۴	۸	۱° ۱۹′	۹°
زحل	♄	۹۵٫۳	۲۹ ½ ″	۳۷۸ ″	۹۱	۶	۲° ۳۰′	۶°
ہرشل	♅	۱۹۱٫۸	۸۳ ″	۳۶۹٫۷ ″	۴۱٫۶	۴ ½	۰° ۴۶′	۴°
نپچون	♆	۳۰۰٫۵	۱۶۵ ″	۳۶۷٫۵ ″	۴۶	۳ ½	۱° ۴۷′	۳°

ساتواں باب

اختلافِ منظر

۸۷۔ تعریف ۔ کسی جرم کے یومیہ اختلافِ منظر سے وہ زاویہ مراد ہے جو مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والے نصف قطرِ ارضی کے محاذی جرم مذکور پر بنتا ہے۔

مثلاً اگر ج زمین کا مرکز ہو اور مشاہدہ کنندہ کا مقام و ہو تو جرم م کا اختلافِ منظر وہ زاویہ ہے جو ج و کے محاذی م پر بنتا ہے یعنی ∠ ظ۔



شکل ۴۶

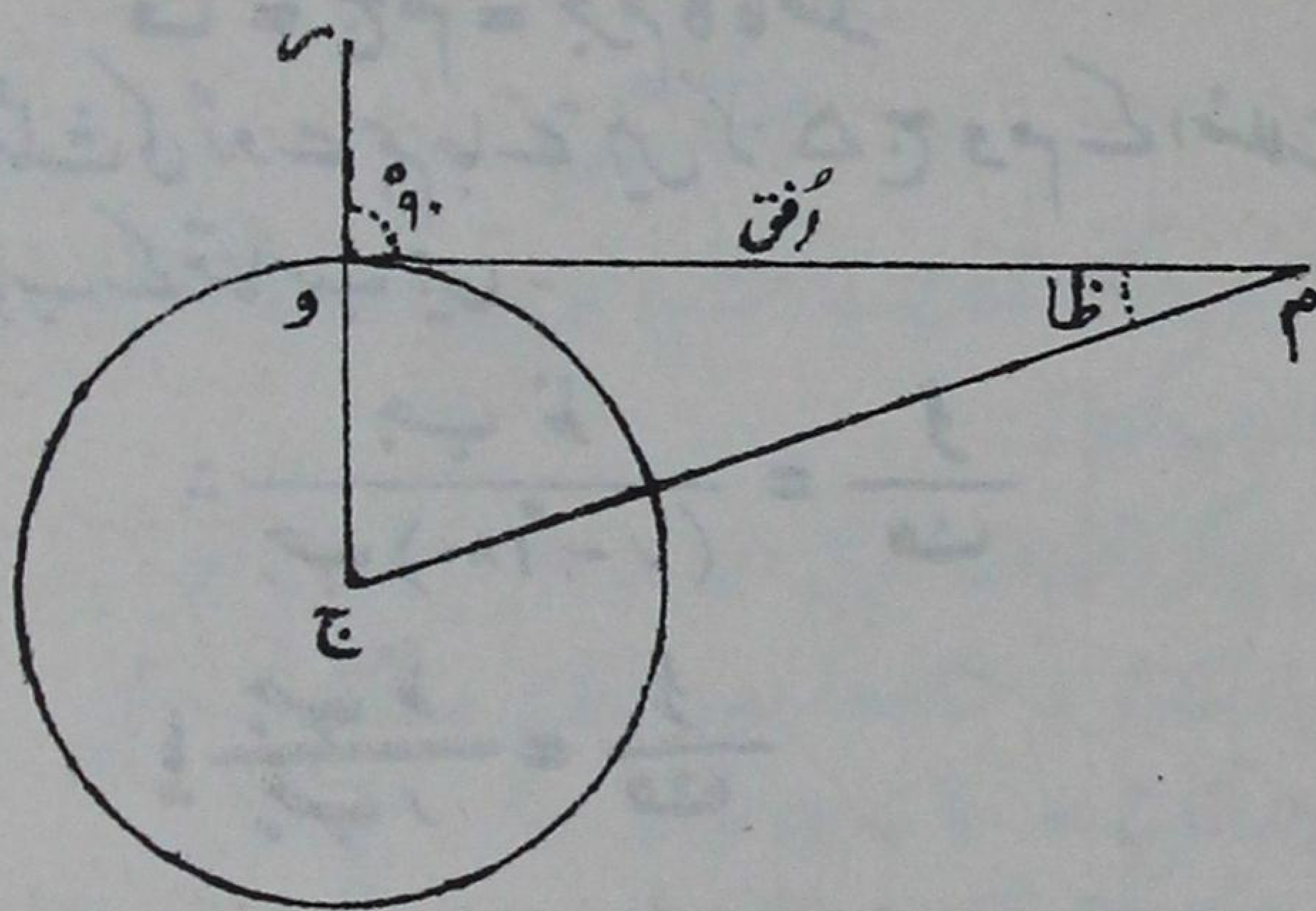
ثابت ستارے ہم سے اِس قدر دُور و دراز فاصلوں پر واقع ہیں کہ ہم اُن خطوں کو جو ستارۂ مذکور کو مشاہدہ کنندہ اور زمین کے مرکز سے وصل کرتے ہیں عملاً متوازی خیال کر سکتے ہیں اور اِن کا اختلافِ منظر صفر ہوتا ہے۔ تمثیلی طور پر یہ اندازہ لگانے کے لیے کہ یہ زاویہ کس قدر چھوٹا ہوگا طالب علم کو چاہیے کہ پتھر کی ایک گولی لے جس کا قطر تقریباً

ایک انچ ہو اور خیال کرلے کہ اس کے محاذی ۱۰۰۰ میل کے فاصلہ پر کے ایک نقطہ پر کیا زاویہ بنیگا۔ ہمارے نازک ترین آلہ سے بھی یہ ناپا نہیں جا سکیگا اور زمین کے نصف قطر کے محاذی قریب ترین ثابت ستارے کے محاذی جو زاویہ بنتا ہے وہ تو اس کے بھی سویں حصہ سے کم ہے۔

لیکن سیارے اور نیز سورج اور چاند مقابلۃً ہمارے زیادہ نزدیک ہیں اور زمین کے مرکز اور مشاہدہ کنندہ سے سیارہ کی سمتوں کا فرق کافی بڑا ہے اور پیمائش میں آسکتا ہے۔

نیز اگر ان اجرام کو زمین کے دو مختلف مقاموں سے مشاہدہ کیا جائے تو بھی یہ سمتیں ٹھیک ٹھیک وہی نہیں رہتیں۔ اس لیے تمام مشاہدہ کنندے اپنے مشاہدات کی تحویل اسی طرح کر لیتے ہیں گویا کہ وہ زمین کے مرکز پر کھڑے ہیں، اس تصحیح کو اختلافِ منظر کی تصحیح کہتے ہیں۔ اجرام کے میل اور صعودِ مستقیم وغیرہ جو بحری جنتریوں میں درج ہوتے ہیں وہ زمین کے مرکز کے لحاظ سے ہوتے ہیں۔

تعریف - جب کوئی جرم اُفق پر ہو تو اس کے اختلافِ منظر کو اُفقی اختلافِ منظر



شکل ۴۷

کہتے ہیں۔ مثلاً اگر جرم م مشاہدہ کنندہ و کے اُفق پر ہو تو زاویہ ظا افقی اختلافِ منظر ہوگا۔

۸۸- کسی جرم پر اختلافِ منظر کا اثر یہ ہوتا ہے کہ وہ آسمان پر زیادہ نیچے دکھائی دیتا ہے۔

کیونکہ اگر مشاہدہ کنندہ کا مقام و ہو (دیکھو شکل ۴۶) تو و ر یعنی و میں سے گزرنے والا نصف قطر ممدودہ رأس کی سمت ہوگا اور و سے مشاہدہ کرنے میں جرم مذکور کا راسی فاصلہ ∠ ر ہوگا۔ نیز زمین کے مرکز پر سے مشاہدہ کرنے میں راسی فاصلہ ∠ رَ ہوگا۔

لیکن ∠ ر = ∠ رَ + ∠ ظ

یعنی ظاہری راسی فاصلہ = اصلی راسی فاصلہ + اختلافِ منظر

پس ج پر سے دیکھنے کی نسبت و پر سے دیکھنے میں جرمِ مذکور مقابلۃً نیچے دکھائی دیتا ہے۔

کسی جرم کے اختلافِ منظر کی تعیین جب کہ اُس کا راسی فاصلہ معلوم ہو۔

و = زمین کا نصف قطر (شکل ۴۶)

ف = ج م = جرم کا فاصلہ

علم مثلث کی رُو سے ہم جانتے ہیں کہ ∆ ج و م کے اضلاع مقابل کے زاویوں کی جنیوب کے متناسب ہیں۔

$$\therefore \frac{\text{جب ظ}}{\text{جب }(180^\circ - \text{ر})} = \frac{\text{و}}{\text{ف}}$$

$$\text{یا } \frac{\text{جب ظ}}{\text{جب ر}} = \frac{\text{و}}{\text{ف}}$$

$$\therefore \text{جب ظ} = \frac{\text{و}}{\text{ف}} \text{ جب ر}$$

لیکن چونکہ ظ ہمیشہ بہت چھوٹا زاویہ ہوتا ہے اس لیے جب ظ = ظ (قوسی پیمانہ میں)

$$\therefore \text{ظ} = \frac{\text{و}}{\text{ف}} \text{ جب ر}$$

لیکن جب جرم اُفق پر ہو تو ر = ۹۰° اور ظ اُفقی اختلافِ منظر یعنی ظا کو

تعبیر کرتا ہے۔

∴ ظا = $\frac{ا}{ف}$ جب ۹۰° = $\frac{ا}{ف}$

یہ قیمت درج کرنے سے

ظ = ظا جب ر

یا اختلافِ منظر = اُفقی اختلافِ منظر × ظاہری راسی فاصلہ کی جیب۔

پس کسی جرم کا اختلافِ منظر اس کے ظاہری راسی فاصلہ کی جیب کے متناسب ہوتا ہے۔

چونکہ جب ر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جب ر = ۹۰° اس لیے ظاہر ہے کہ اختلافِ منظر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوگا جب کہ جرم اُفق پر ہو۔

مثالیں

۱۔ اگر سُورج کا ارتفاع ۶۰° مشاہدہ ہو اور اختلافِ منظر ۴ء۴″ ہو تو اس کا اصلی ارتفاع محسوب کرو۔

یہاں چونکہ اختلافِ منظر کی وجہ سے جرم زیادہ نیچے نظر آتا ہے۔

اصلی ارتفاع = مشاہدہ کردہ ارتفاع + اختلافِ منظر

اِس لیے　اصلی ارتفاع = ۶۰° + ۴ء۴″ = ۶۰° ۰′ ۴ء۴″

۲۔ چاند کا اُفقی اختلافِ منظر ۵۷′ ۶″ ہے، اگر اس کا مشاہدہ کردہ ارتفاع ۶۰° ہو تو اس کا اصلی ارتفاع محسوب کرو۔

یہاں　ظ = ظا جب ر اور ر = ۹۰° - ۶۰° = ۳۰°

∴　ظ = (۵۷′ ۶″) جب ۳۰° = $\frac{1}{2}$ (۵۷′ ۶″) = ۲۸′ ۳۳″

اس لیے　اصلی ارتفاع = ۶۰° ۲۸′ ۳۳″

۳۔ سُورج کا اُفقی اختلافِ منظر ۸ء۸″ ہے۔ اگر اس کا رُاسی فاصلہ ۶۰° مشاہدہ کیا جائے تو اس کا اصلی راسی فاصلہ معلوم کرو۔

یہاں ظ = ظا جب ر

یا ظ = ۸٫۸″ جب ۶۰° = ۸٫۸″ × $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ = ۷٫۶″

اس لیے اصلی راسی فاصلہ = ۶۰° - ۷٫۶″ = ۵۹° ۵۹′ ۵۲٫۴″

کسی جرم کا اُفقی اختلافِ منظر دیا ہُوا ہو تو اس کا راسی فاصلہ معلوم کرو اور برعکس اسکے۔

ہم ابھی دیکھ چکے ہیں کہ ظا = $\frac{ا}{ف}$، لیکن اس میں ظا قوسی پیمانہ میں بیان کیا گیا ہے۔ پس اگر اس کو ثانیوں میں بیان کیا جائے تو

$$\frac{ظا''}{۲۰۶۲۶۵''} = \frac{ا}{ف}$$

مثالیں

۱۔ چاند کا اُفقی اختلافِ منظر ۵۷′ ۶″ معلوم ہے۔ اگر زمین کا نصف قطر ۴۰۰۰ میل ہو تو اس کا فاصلہ زمین سے معلوم کرو۔

جواب دو لاکھ ۴۰ ہزار میل تقریباً

۲۔ سُورج کا اُفقی اختلافِ منظر ۸٫۸″ ہے۔ زمین سے اس کا فاصلہ معلوم کرو۔

جواب ۹ کروڑ ۳۷ لاکھ میل۔

۳۔ چاند کا فاصلہ زمین کے نصف قطر کا ۶۰ گنا ہے، اس کا اُفقی اختلافِ منظر معلوم کرو۔

یہاں $\frac{ظا''}{۲۰۶۲۶۵''} = \frac{ا}{ف} = \frac{۱}{۶۰}$

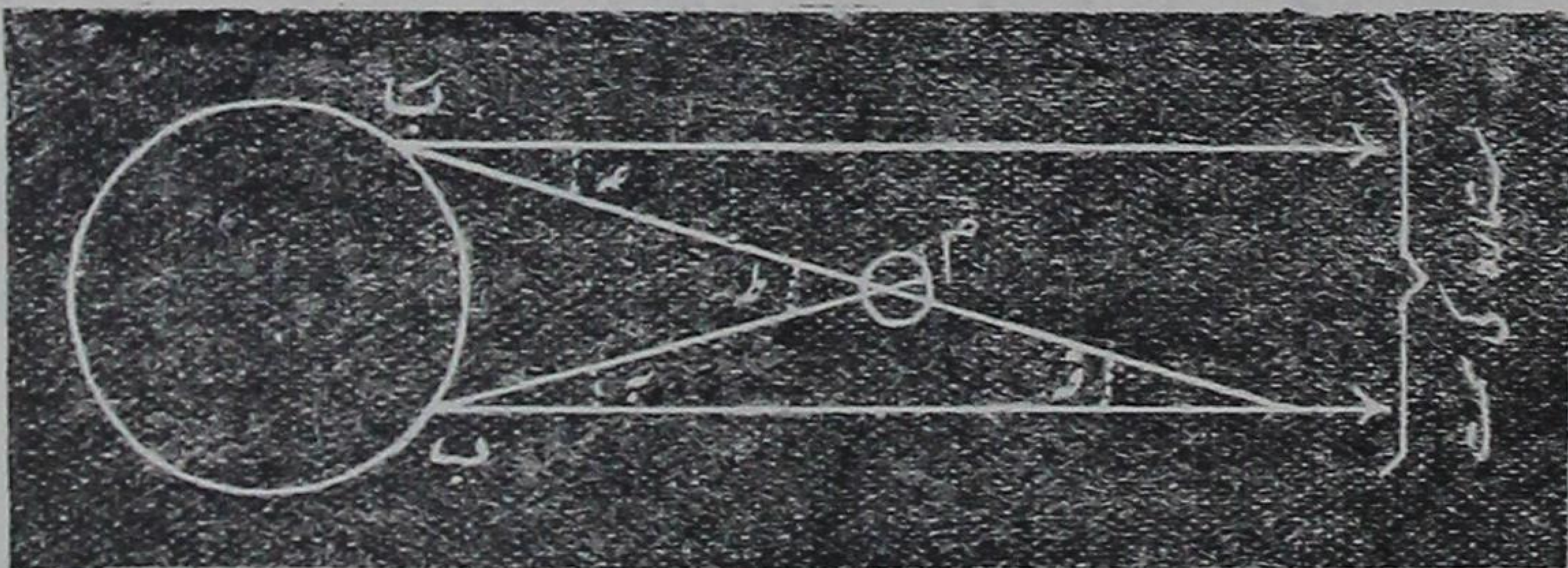
∴ ظا = ۵۷′ ۱۷″

۸۹۔ اختلافِ منظر سے کسی جرم کے مقام کا تغیر بھی انعطاف کے تغیر کی طرح جرم مذکور میں سے گزرنے والے دائرۂ انتصابی کی سمت میں ہوتا ہے۔ پس اختلافِ منظر اور انعطاف دونوں سے جرم کے السمت میں کوئی فرق نہیں آتا۔ ہم دیکھ چکے ہیں (دفعہ ۳۹

انعطاف جرم کے فاصلہ پر موقوف نہیں کیونکہ شعاعیں صرف کرۂ ہوائی میں داخل ہونے کے بعد منعطف ہوتی ہیں لیکن اختلافِ منظر کی حالت مختلف ہے۔ جُوں جُوں جرم کا فاصلہ بڑھتا جاتا ہے اختلافِ منظر کم ہوتا جاتا ہے چاند کا اختلافِ منظر ۵۷ ثانیہ ہے لیکن سُورج کا جو چاند کی نسبت بہت زیادہ فاصلہ پر ہے، تقریباً ۸ ثانیہ ہے اور باقی ستارے تو اس قدر دُور ہیں کہ اُن کا اختلافِ منظر صفر ہے۔ چاند کے سوائے باقی سب جرم اختلافِ منظر سے جتنا نیچے اُترتے ہیں انعطاف کی وجہ سے اُس سے کہیں زیادہ اُوپر اُٹھے معلوم ہوتے ہیں مثلاً اُفقی انعطاف ۳۴ دقیقہ کے مساوی ہوتا ہے اور ہم یہ بھی دیکھ چکے ہیں کہ جب سورج اُفق پر ہو تو اختلافِ منظر کی وجہ سے یہ صرف ۸ ثانیہ نیچے اُتر جاتا ہے لیکن چاند کی صورت میں اختلافِ منظر کا اثر انعطاف کی نسبت بہت زیادہ ہوتا ہے پس دونوں کے مجموعی اثر سے چاند نیچے اُتر جاتا ہے۔

زمین کی سطح پر دو بعید الفصل مقامات تقریباً ایک ھی نصف النہار پر واقع ھیں اِن کے محاذی چاند یا کسی سیّارے پر جو زاویہ بنتا ھے اُسے معلوم کرو۔

۹۰۔ فرض کرو کہ ب، بَ زمین کی سطح پر دو دُور دُور کے مقامات ہیں جو قریب قریب ایک ہی نصف النہار پر واقع ہیں (گرینچ اور راس امید اس مطلب کے لئے بہت موزوں ہیں)۔ م چاند یا کسی سیّارہ کا مقام ہے جب کہ ب، بَ کے نصف النہار پر ہو۔ اب ب، بَ سے کسی ثابت ستارہ کو مشاہدہ کرو جو حتی الوسع آسمان کے اُسی حصّہ



شکل ۳۸

میں واقع ہو جس میں م ہے۔ تب ان کے میلوں اور صعودِ مستقیم میں جو اختلاف ہوگا وہ نہایت خفیف ہوگا۔ نیز ب، بَ سے جو خط ستارۂ مذکور کی سمت میں کھینچے جائینگے وہ تقریباً متوازی ہونگے کیونکہ ستارہ زمین سے نہایت دُور و دراز فاصلہ پر ہے۔

زاویے عہ اور بہ جو بالترتیب ب اور بَ پر چاند اور ستارہ کے زاویئی فاصلے ہیں خردہ پیماؤں کے ذریعہ احتیاط سے ناپ لیے جاتے ہیں، لیکن

∠ طہ = ∠ بہ + ∠ فہ

اور ∠ فہ = ∠ عہ متوازی خطوں کی رُو سے

اس لیے ∠ طہ = ∠ عہ + ∠ بہ

چونکہ عہ اور بہ معلوم ہیں اس لیے طہ معلوم ہو سکتا ہے۔

اگر مقامات ب اور بَ ایک ہی نصف النہار پر نہ ہوں تو چونکہ مشاہدہ کنندے ایک ہی وقت پیمائشیں نہ کرینگے اس لیے اُن کو چاہیے کہ اس امر کو ملحوظ رکھیں کہ چاند یا سیّارہ کو ایک مشاہدہ کنندہ کے نصف النہار سے دوسرے کے نصف النہار پر آنے میں کچھ وقت لگتا ہے اور اس وقت میں سیّارۂ مذکور (اپنی مداری حرکت کی وجہ سے) کچھ نہ کچھ فاصلہ ہٹ جاتا ہے، لہذا اس ہٹاؤ کی بنا پر مناسب تصحیح کرلیں۔

چاند یا کسی سیّارہ کے اُفقی اختلافِ منظر کی تعیین

۹۱ - حسبِ سابق زمین کے ایک ہی نصف النہار پر شمالی اور جنوبی نصف کُروں میں دو مقامات ب اور بَ (شکل ۴۹) منتخب کرلیے جاتے ہیں۔ تب ایک ہی وقت چاند یا سیّارہ م کے نصف النہاری راسی فاصلے آلۂ نصف النہاری دائرہ کی مدد سے ناپ لیے جاتے ہیں۔ فرض کرو کہ یہ ر اور رَ ہیں جب کہ ب اور بَ پر کے راسی نقطوں کی سمتیں بالترتیب و س اور و سَ ہیں۔ نیز فرض کرو کہ اُفقی اختلافِ منظر ظا ہے۔ اب دفعہ ۸۸ کی رُو سے

ظ = (ا/ف) جب ر = ظا جب ر

اور ظَ = (اَ/ف) جب رَ = ظا جب رَ

∴ ظ + ظَ = ظا (جب ر + جب رَ)

∴ ظا = (ظ + ظَ) / (جب ر + جب رَ)

شکل ۴۹

لیکن ظ + ظَ معلوم ہے کیونکہ یہ وہ زاویہ ہے جو ب اور بَ کے محاذی م پر بنتا ہے (دفعہ ۹۰) اور ر اور رَ مشاہدہ سے معلوم ہو سکتے ہیں، اس لیے اُفقی اختلافِ منظر ظا معلوم ہو سکتا ہے ۔اِس طریقہ میں انعطاف کی وجہ سے کسی اہم غلطی کے پیدا ہونے کا اندیشہ نہیں کیونکہ دفعہ ۹۰ میں چاند اور ثابت ستارہ دونوں آسمان پر تقریباً ایک ہی مقام پر ہیں اور اس لیے دونوں پر انعطاف کا اثر تقریباً مساوی ہوتا ہے - پس ظ + ظَ کی قیمت نہایت صحت کے ساتھ حاصل ہو سکتی ہے -

اُفقی اختلافِ منظر کے لیے اس جواب کو ایک اور شکل میں بھی لکھا جا سکتا ہے - خطِ استوا ت تَ کھینچو - اور فرض کرو کہ ب اور بَ کے عرض بلد بالترتیب لہ اور لہَ ہیں -

∴ ∠ ب و تَ = لہ اور ∠ بَ و تَ = لہَ

لیکن (اقلیدس م ا شکل ۳۲)

∠ ر + ∠ رَ = ∠ ب و م + ∠ بَ و م + ∠ ظ + ∠ ظَ

یا ر + رَ = لہ + لہَ + ظ + ظَ

∴ ظ + ظَ = ر + رَ - ل - لَ

∴ یہ قیمت درج کرنے سے ظا = (ر + رَ - ل - لَ) / (جب ر + جب رَ)

اِس طریقہ سے سُورج کا اختلافِ منظر معلوم کرنا ناممکن ہے کیونکہ اس کی شعاعوں کے اشتداد کی وجہ سے اس کے نزدیک کے ستارے دیکھے نہیں جا سکتے۔ لیکن اُس کو بالواسطہ بطریقِ ذیل محسوب کیا جا سکتا ہے۔

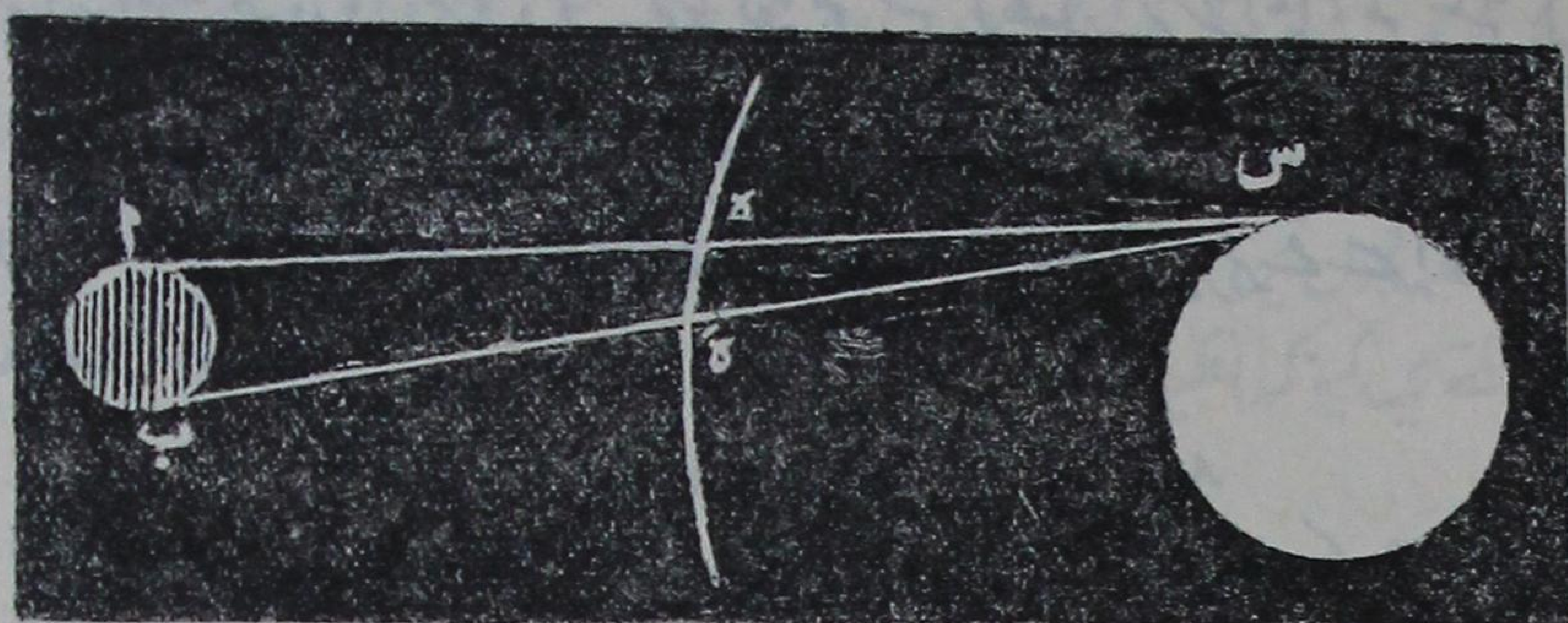
جب مریخ مقابلہ میں ہو تو فرض کرو مندرجۂ بالا طریقہ سے اِس کا اختلافِ منظر معلوم کیا گیا ہے اس سے مریخ کا فاصلہ زمین سے معلوم ہو جاتا ہے (دفعہ ۸۸)۔ اب ظاہر ہے کہ یہ فاصلہ ر - رَ کے مساوی ہے جہاں ر اور رَ سُورج سے بالترتیب مریخ اور زمین کے فاصلے ہیں۔ لیکن ر اور رَ کی نسبت کیپلر کے تیسرے کلیہ کی رُو سے معلوم ہو سکتی ہے۔ پس حل کرنے سے ہم رَ یعنی سُورج کا فاصلہ زمین سے معلوم کر سکتے ہیں اس سے دفعہ ۸۸ کی بنا پر سورج کا اختلافِ منظر نکال سکتے ہیں۔

لیکن سورج کے اختلافِ منظر اور اس لئے زمین سے اس کا فاصلہ معلوم کرنے کا بہترین طریقہ اِس کے قُرص پر سے زہرہ کے مرور کے مشاہدات پر مبنی ہے (دیکھو دفعہ ۷۶) جو حسبِ ذیل ہے:-

سورج کا اختلافِ منظر معلوم کرنے کے لیے ڈے لائیل کا طریقہ

۹۲ - دو مقام ا اور ب (دیکھو شکل ۵۵) ایسے منتخب کیے جاتے ہیں جو دونوں زمین کے خطِ استوا ا ب کے قریب ہوں اور جن کا درمیانی فاصلہ حتی الامکان زیادہ ہو۔ اب آسانی کے لیے فرض کرو کہ سُورج اور زہرہ کا مدار ہ ہَ دونوں خطِ استوا ا ب کی سطح مستوی میں ہیں۔ ا س اور ب س سُورج کے مماس کھینچو۔

ا پر کا مشاہدہ کنندہ وہ وقت دیکھ لیتا ہے جب کہ زہرہ کا داخلی تماس واقع ہوتا ہے اور یہ اُس وقت ہوتا ہے جب کہ زہرہ مقام ہ پر ہو اور خط ا س کو داخلی طور پر مَس کرے۔ اِسی قسم کے مشاہدہ ب پر کر لیتے ہیں جہاں زہرہ کا داخلی تماس ہَ پر واقع ہوتا ہے۔



شکل ۵۰

دونوں مشاہدات کے اوقات کو گرینچ کے وقت میں تحویل کر لیتے ہیں جس سے ا اور ب کے اختلافِ طول بلد کی وجہ سے جو غلطی ہوتی ہے وہ رفع ہو جاتی ہے۔ دونوں جوابوں کا فرق وقت کے اُس وقفہ کو تعبیر کرتا ہے جس میں کہ زہرہ سورج کے گرد زاویہ ہ س ہَ میں سے گھومتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ (طالب علم کو یاد رہے کہ ہم یہاں زمین کو ساکن خیال کر رہے ہیں اور سورج کے گرد زہرہ کی زاویئی رفتار کو اتنی فرض کر رہے ہیں جتنی کہ اُس کی اصلی زاویئی رفتار زمین کی اصلی زاویئی رفتار سے زیادہ ہے) لیکن جس شرح سے زاویہ ہ س ہَ بنتا ہے وہ ہمیں معلوم ہے کیونکہ یہ وہ شرح ہے کہ اِس سے دَورِ وضعی میں ۳۶۰° زاویہ طے ہوتا ہے۔ اِس سے ہم زاویہ ہ س ہَ یا ا س ب[1] محسوب کر سکتے ہیں اور جب ہمیں یہ معلوم ہو جاتا ہے کہ زمین پر کے دو دُور دُور کے مقامات کے محاذی سورج پر کیا زاویہ بنتا ہے تو اِس سے ہم دفعہ ۹۱ کی مدد سے سورج کا اُفقی اختلافِ منظر اور بناءً علیہ زمین سے سورج کا فاصلہ دریافت کر سکتے ہیں۔

عملی طور پر جب اِس طریقہ سے کام لیا جاتا ہے تو اِس میں بہت سی دقتیں پیش آتی ہیں اور ان میں سے زیادہ اہم دِقت طریقِ شمس کے ساتھ زہرہ کے مدار کا میلان ہے۔

ڈے لا ئیل کے طریقہ میں دونوں مقامات کے طول بلد کا پوری صحت کے ساتھ

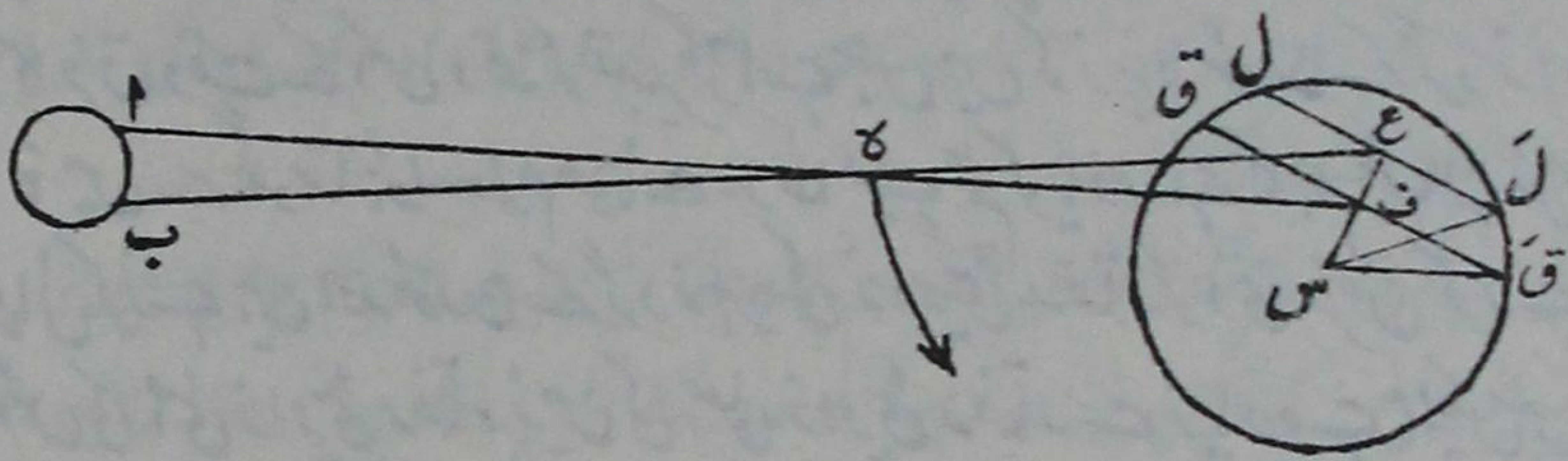
---

[1] اِس میں س کو سورج کے مرکز پر منطبق خیال کیا جاتا ہے۔

علم ہونا نہایت ضروری ہے، ذیل کے طریقہ میں جس کو ھیلی نے ۱۷۱۶ء میں پیش کیا تھا اِن مقاموں کے طول بلد کا جاننا ضروری نہیں کیونکہ اس میں دونوں مقاموں پر مرور کا محض وقفہ دیکھا جاتا ہے - پس گھڑیوں کے مختلف اوقات ظاہر کرنے سے اِس میں کچھ فرق نہیں پڑتا -

ھیلی کا یعنی وقفوں کا طریقہ

۹۳ - اس میں زمین کی سطح پر دو مقامات ا اور ب ایسے منتخب کرتے ہیں جن کا فاصلہ ایک دوسرے سے حتی الامکان زیادہ ہو اور جن میں سے ایک بہت بڑے شمالی عرض بلد پر ہو اور دوسرا بہت بڑے جنوبی عرض بلد پر - تاکہ اِن دونوں مقامات پر سے مُرور کے جو وقفے مشاہدہ کیے جاتے ہیں اُن کا فرق حتی الوسع بڑے سے بڑا ہو -



شکل ۵۱

فرض کرو کہ زہرہ ہ ہے اور ا، ب اور ہ کی سطح مستوی کاغذ کی سطح مستوی ہے طالب علم کو یاد رہے کہ اُس دائرہ کی سطح مستوی جس کا مرکز س ہے اور جو سُورج کے قرص کو تعبیر کرتا ہے کاغذ کی سطح مستوی پر عمود وار ہے - جو شخص ا پر کھڑا ہے اُس کو زہرہ اپنی ظاہری حرکت میں جو تیر کی علامت سے ہ دکھائی گئی ہے سُورج کے قُرص پر سے خط ق قَ کی سمت میں گزرتا ہوا دکھائی دیگا اور جو شخص ب پر کھڑا ہے اُس کو ل لَ کی سمت میں معلوم ہوگا - دونوں صورتوں میں مرور کی مدت مشاہدہ کرلی جاتی ہے - اب ہم اُس رفتار کو جس سے زہرہ سُورج کے قرص پر سے گزرتا ہوا دکھائی دیتا ہے محسوب کرسکتے ہیں (دیکھو مشق ۴ صفحہ ۱۳۳) اور یہ رفتار بقدر ۴" (زاویہ) فی منٹ (وقت) ہے - اس لئے اب ہم معمولی تناسب کی رُو سے یہ معلوم کرسکتے ہیں کہ ق قَ اور ل لَ میں (زاویئی) سکنڈ کتنے ہیں، یہ جواب

خُردہ پیما کے ذریعہ معلوم کرنے کی نسبت زیادہ صحیح ہوگا - پس ان وتروں کے نصف طول یعنی ع لَ اور ف قَ سکنڈوں میں معلوم ہو سکتے ہیں لیکن سورج کا نصف قطر س قَ یا س لَ سکنڈوں میں معلوم ہے اس لئے ہم س ع اور س ف میں سکنڈوں کی تعداد معلوم کر سکتے ہیں کیونکہ اقلیدس (م اش ۷، ۴۷) کی رُو سے

$$س ع^2 = س لَ^2 - لَ ع^2$$

نیز

$$س ف^2 = س قَ^2 - قَ ف^2$$

چونکہ س ع اور س ف معلوم ہوتے ہیں اس لیے ع ف میں سکنڈوں کی تعداد معلوم ہو سکتی ہے -

اب ع ف کو میلوں میں معلوم کرنے کے لیے مقامات ا اور ب کے درمیانی فاصلہ کو میلوں میں جاننا ضروری ہے - اگر یہ معلوم ہو تو متشابہ مثلثوں ا ہ ب اور ع ہ ف سے

ع ف : ا ب :: ہ ف : ا ہ

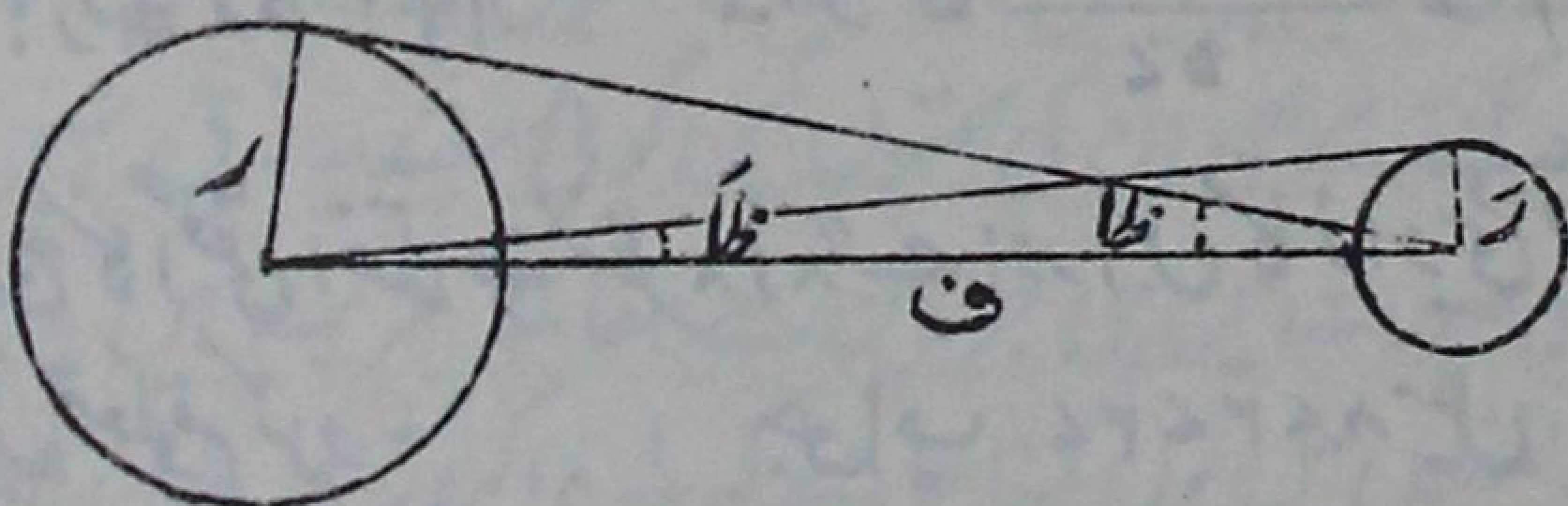
لیکن نسبت ہ ف : ا ہ دفعہ ۶۶ کی رُو سے معلوم ہو سکتی ہے اور ۲۳ : ۷۷ کے مساوی ہے - اس لیے ع ف میلوں میں معلوم ہو سکتا ہے بالآخر جب ع ف میلوں میں معلوم ہو جائے اور جو زاویہ اِس کے محاذی زمین پر بنتا ہے وہ سکنڈوں میں معلوم ہو جائے تو سُورج کا فاصلہ اس طرح نکل سکتا ہے -

$$\frac{\text{ع ف}''}{206265} = \frac{\text{ع ف (میلوں میں)}}{\text{سُورج کا فاصلہ}}$$

جس سے سُورج کا اختلافِ منظر محسوب ہو سکتا ہے -

چاند کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو

۹۴ - یہ بتا دینے کے بعد کہ چاند، سُورج، یا کسی سیّارہ کا اختلافِ منظر



شکل ۵۲

کس طرح سے معلوم کرتے ہیں ہم اِن اجرام کے نصف قطروں کا زمین کے نصف قطر کے ساتھ مقابلہ کرکے اِن کے طول میلوں میں محسوب کرسکتے ہیں۔

فرض کرو کہ ر = زمین کا نصف قطر

رَ = چاند یا کسی دوسرے جرم کا نصف قطر۔

ظا = چاند کا اُفقی اختلافِ منظر = زمین کا زاویئی نصف قطر جو چاند سے دکھائی دے۔

ظاَ = چاند کا زاویئی نصف قطر

چونکہ $\frac{ر}{ف}$ = ظا (قوسی پیمانہ میں)

اور $\frac{رَ}{ف}$ = ظاَ (〃)

∴ ر : رَ = ظا : ظاَ

یعنی (زمین کا نصف قطر) : (چاند کا نصف قطر) :: (چاند کا اختلافِ منظر) : (چاند کا زاویئی نصف قطر)۔

مثالیں

۱۔ چاند کے اُفقی اختلافِ منظر کو ۵۷ فرض کرو اور اس کا زاویئی قطر ۳۲ ۔ اگر زمین کا نصف قطر ۴۰۰۰ میل ہو تو اس کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو۔

یہاں چاند کا نصف قطر = ۱۶

∴ ۴۰۰۰ : رَ = ۵۷ : ۱۶ ∴ رَ = $\frac{۴۰۰۰ \times ۱۶}{۵۷}$ = ۱۱۲۳ میل

۲۔ سورج کا اُفقی اختلافِ منظر ۸٫۸ ہے اور اس کا زاویئی قطر ۳۲۔ اس کا قطر میلوں میں معلوم کرو۔ جواب ۸۷۲۷۲۷ میل

۳۔ زہرہ کا دورِ وضعی ۵۸۴ دن کا ہے۔ زہرہ اور زمین سورج کے گرد گردش کرنے میں ایک منٹ (وقت) میں جو زاویے بناتے ہیں اُن میں سے زہرہ کا زاویہ

زمین کے زاویہ سے کتنا زیادہ ہے۔ جواب ۴۵ء۱″ فی منٹ (وقت)

۴ - بوڈ کے کُلیہ کے مطابق سُورج سے زہرہ اور زمین کے فاصلوں کی نسبت ۷ : ۱۰ تسلیم کرکے، سُورج کے قرص پر سے گزرتے وقت زہرہ کی زاویئی رفتار محسوب کرو۔
(شکل ۸۷) س ہ : ہ ا = ۷ : ۳ - لیکن س ہ کی اضافی زاویئی رفتار سُورج کے گرد ۴۵ء۱″ فی منٹ ہے (دیکھو مثال بالا ۳) اس لیے ا ہ کی اضافی زاویئی رفتار ا کے گرد اوپر کی زاویئی رفتار سے ۷ : ۳ زیادہ ہے یا بالفاظِ دیگر ۴۵ء۱″ فی منٹ کی ۷/۳ گنی ہے۔
اس سے تقریبی جواب ۳ء۶″ فی منٹ حاصل ہوتا ہے، زیادہ صحیح رفتار ۴″ فی منٹ ہے۔

سالانہ اختلافِ منظر

۹۵ - قبل ازیں ہم دیکھ چکے ہیں کہ زمین کی سطح پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کی کسی قسم کی تبدیلی سے کسی ثابت ستارہ کی سمت میں بظاہر کوئی فرق نہیں پڑتا لیکن جب زمین سُورج کے گرد اپنی سالانہ گردش کے دوران میں ۹ کروڑ میل سے زیادہ نصف قطر کے مدار پر گھومتی ہے تو ضرور ہے کہ وہ مقامات جن پر سے مشاہدہ کنندہ سال کے مختلف اوقات میں ثابت ستاروں کو مشاہدہ کرتا ہے وہ فضا میں ایک دُوسرے سے نہایت دُور و دراز اور بعید فاصلوں پر واقع ہوں۔ مثلاً مدارِ زمین کے دو متقاطر نقطے ایک دوسرے سے تقریباً ۱۸½ کروڑ میل کے فاصلہ پر ہیں اور زمین اِن میں سے کسی ایک سے دوسرے تک چھ مہینے میں پہنچتی ہے۔ اس لیے ہمیں بالطبع یہ توقع پیدا ہوتی ہے کہ جب اِس قسم کے دو مقامات سے جو ایک دوسرے سے اس قدر بعید الفصل ہوں کسی ثابت ستارہ کو دیکھا جائیگا تو اُس کا مقام دونوں صورتوں میں بعینہٖ وہی نہیں رہیگا۔ اور جو ستارے نسبتاً زیادہ نزدیک ہونگے وہ دور کے ستاروں کی نسبت زیادہ ہٹے ہوئے معلوم ہونگے۔ ایک حد تک یہ بات بالکل صحیح ہے لیکن حقیقت یہ ہے کہ اکثر ستارے فضا میں اس قدر ناقابل پیمائش اور بعید فاصلوں پر واقع ہیں کہ مدارِ ارضی کے قطر کے سروں پر سے دیکھنے سے بھی اِن کی سمتوں میں کوئی معتدبہ فرق نہیں پڑتا۔ صرف معدودے چند ستاروں کی صورت میں ہی جو زمین سے مقابلۃً قریب ہیں یہ ہٹاؤ معلوم کیا جا سکتا ہے یا دوسرے لفظوں میں یوں کہنا چاہیے کہ ۱۸½ کروڑ میل طول کا خط کافی لمبا نہیں جس کے محاذی اکثر ستاروں جیسے بعید الفصل اجرام پر کوئی قابلِ لحاظ زاویہ بن سکے۔

∴ جب ظ = ر/ف جب نا

ظ بہت چھوٹا ہے اس لیے جب ظ = ظ (قوسی پیمانہ میں)

∴ ظ = ر/ف جب نا

اختلافِ منظر ستارہ سے سورج کے زاویئی فاصلہ کی جیب کے متناسب

ظاہر ہے کہ کسی ستارہ کا اختلافِ منظر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے
= ۹۰°۔ یہ ہر ایک ستارہ کے لیے سال میں دو بار ہوتا ہے ۔ فرض کرو کہ
نظر کی بڑی سے بڑی قیمت ظا ہے، تب

ظا = ر/ف جب ۹۰° = ر/ف ؛ نیز ظ = ظا جب نا

نوٹ ۔ عام طور پر جب ہم کسی ستارہ کے اختلافِ منظر کا ذکر کرتے ہیں تو
ہماری مراد اختلافِ منظر کی اِس بڑی سے بڑی قیمت سے ہوتی ہے تاوقتیکہ اس کے
تصریح نہ بیان کیا جائے ۔

چونکہ اوپر کے ضابطہ میں ظا قوسی پیمانہ میں بیان کیا گیا ہے اس لیے جب
نڈوں میں بیان کیا جائے تو

ر/ف = ظا″/۲۰۶۲۶۵

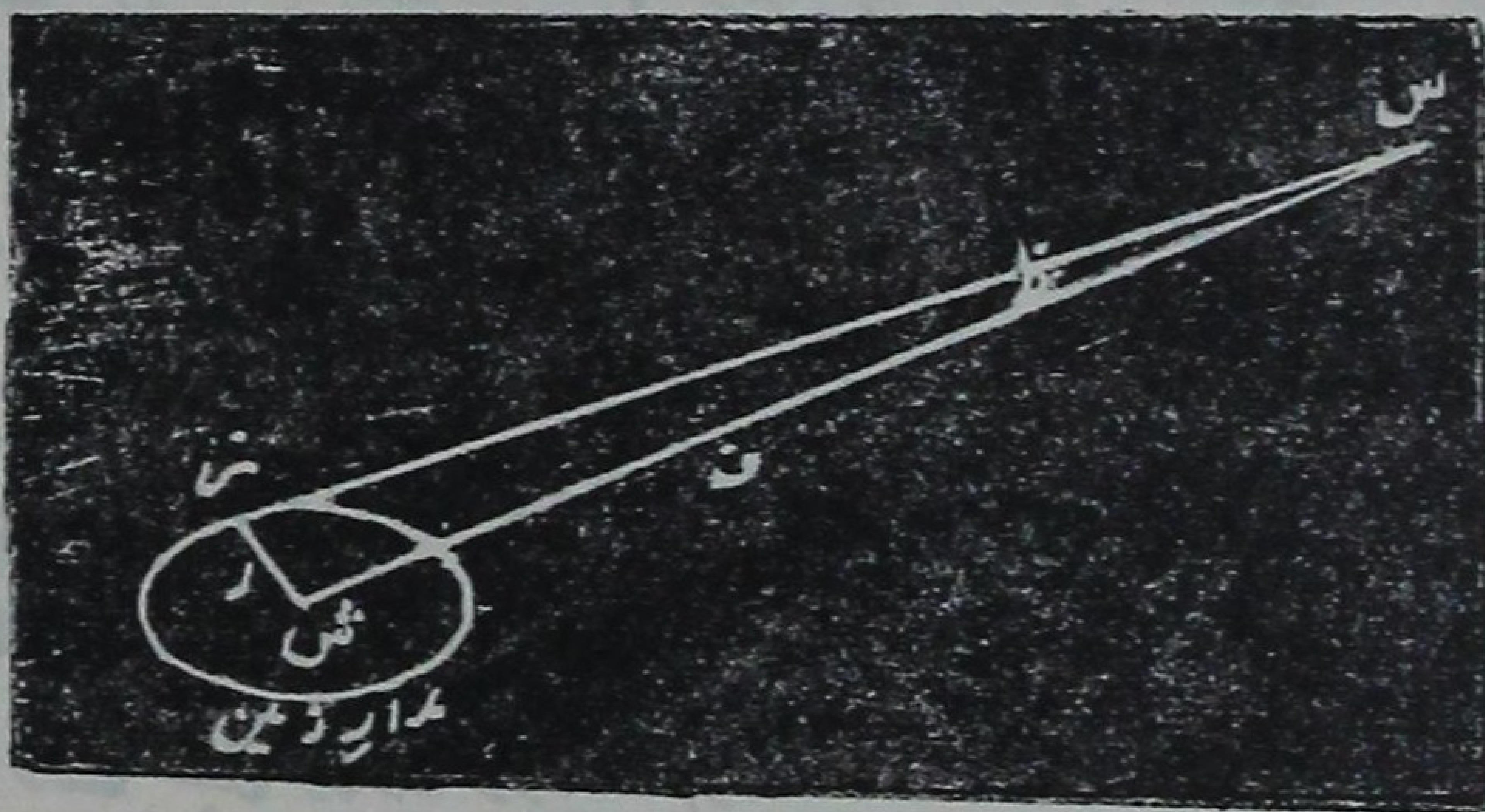
یں کسی ستارہ کا اختلافِ منظر معلوم ہو تو ہم اس کا فاصلہ نظامِ شمسی سے
ر سکتے ہیں کیونکہ ر کی قیمت یعنی سورج سے زمین کا فاصلہ ہمیں پہلے سے معلوم
کے سوالوں میں ر کو ۹ کروڑ ۳۰ لاکھ میل فرض کیا جاسکتا ہے ۔

مثالیں

۱ ۔ مجمع قنطورس کے ستارہ عہ کا اختلافِ منظر ۰٫۸″ ہے ۔ نظامِ شمسی سے اِس کا فاصلہ محسوب کرو۔

دورانِ سال میں چونکہ زمین اپنے مقامات کو فضا میں بدلتی رہتی ہے اس لیے جیساکہ اُوپر بیان ہُوا بعض ثابت ستاروں کی ظاہری سمت میں خفیف سی تبدیلی واقع ہوتی ہے جن ستاروں میں یہ تبدیلی واقع ہوتی ہے کرۂ سماوی پر اُن کی سمت سے وہ سمت مانی جاتی ہے جس میں کہ یہ سُورج کے مرکز پر سے جو فضا میں ثابت ہے دکھائی دیں۔ یہ سمت جس میں کوئی ستارہ سُورج کے مرکز پر سے دیکھنے سے معلوم ہو ستارۂ مذکور کی شمس مرکزی سمت کہلاتی ہے اور جس سمت میں ستارۂ مذکور بظاہر یا زمین کے مرکز پر سے دیکھنے میں معلوم ہو (جس ظاہری سمت کو زمین مرکزی سمت کہہ سکتے ہیں) اُس کو شمس مرکزی سمت میں تحویل کرنے کے لیے اول الذکر میں جو تصحیح کرنی پڑتی ہے اس کو سالانہ اختلافِ منظر کی متعلقہ تصحیح کہتے ہیں۔

تعریف - کسی ستارہ کے سالانہ اختلافِ منظر سے وہ زاویہ مراد ہے جو زمین اور سورج کو ملانے والے خط کے محاذی ستارۂ مذکور پر بنتا ہے۔ مثلاً اگر ز، زمین کو تعبیر کرے اور ش سُورج کو، نیز اگر س ستارہ ہو تو س کا سالانہ اختلافِ منظر وہ زاویہ ہے جو زش کے محاذی س پر بنتا ہے گویا زاویہ ظ۔



شکل ۵۳

۹۶ - کسی ستارہ کے سالانہ اختلافِ منظر کی تبدیلی کا کلیہ اُسی طریقہ سے دریافت ہو سکتا ہے جس کے ذریعہ سے چاند یا کسی سیارہ کا یومیہ یا زمین مرکزی اختلافِ منظر معلوم کیا جاتا ہے۔ کیونکہ

$$\frac{\text{جب ظ}}{\text{جب ز}} = \frac{\text{ر}}{\text{ف}}$$

یہاں
$$\frac{8''}{206265} = \frac{92000000}{\text{ف}}$$

$$\therefore \text{ف} = \frac{206265 \times 92000000}{8} \text{ میل}$$

۲- اگر ایک ستارہ کا اختلافِ منظر ۲ء۰″ ہو تو بتاؤ کہ ستارہ سے روشنی کی شعاع کو زمین تک پہنچنے میں کتنا وقت لگیگا جب کہ روشنی کی رفتار فی سکنڈ ۱۹۰۰۰۰ میل ہو۔

جواب تقریباً ۱۶ سال

کسی ستارہ پر اختلافِ منظر کا اثر یہ ہے کہ وہ سال بھر میں ایک چھوٹے ناقص کی شکل میں گردش کرتا معلوم ہوتا ہے۔

۹۷- زمین جو اپنے مدار پر حرکت کرتی ہے تو اس کے ہر ہٹاؤ کے متناظر آسمان میں ستارۂ مذکور کے ظاہری مقام میں بھی خفیف سی تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔ اس لیے ستارۂ مذکور اپنی سُورج مرکزی سمت کے گرد (جو ثابت ہے) ایک چھوٹے سالانہ مدار پر زمین کے مدار کی سطحِ مستوی کے متوازی حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ اب ہم زمین کے مدار کو مستدیر (فرض کر کے دیکھتے ہیں) کہ کسی ستارہ کے اختلافِ منظر کا کیا اثر ہوتا ہے جب کہ ستارۂ مذکور (۱) طریقِ شمس کے قطب کے نزدیک ہو، (۲) طریقِ شمس پر ہو، (۳) آسمان میں کسی جگہ ہو۔

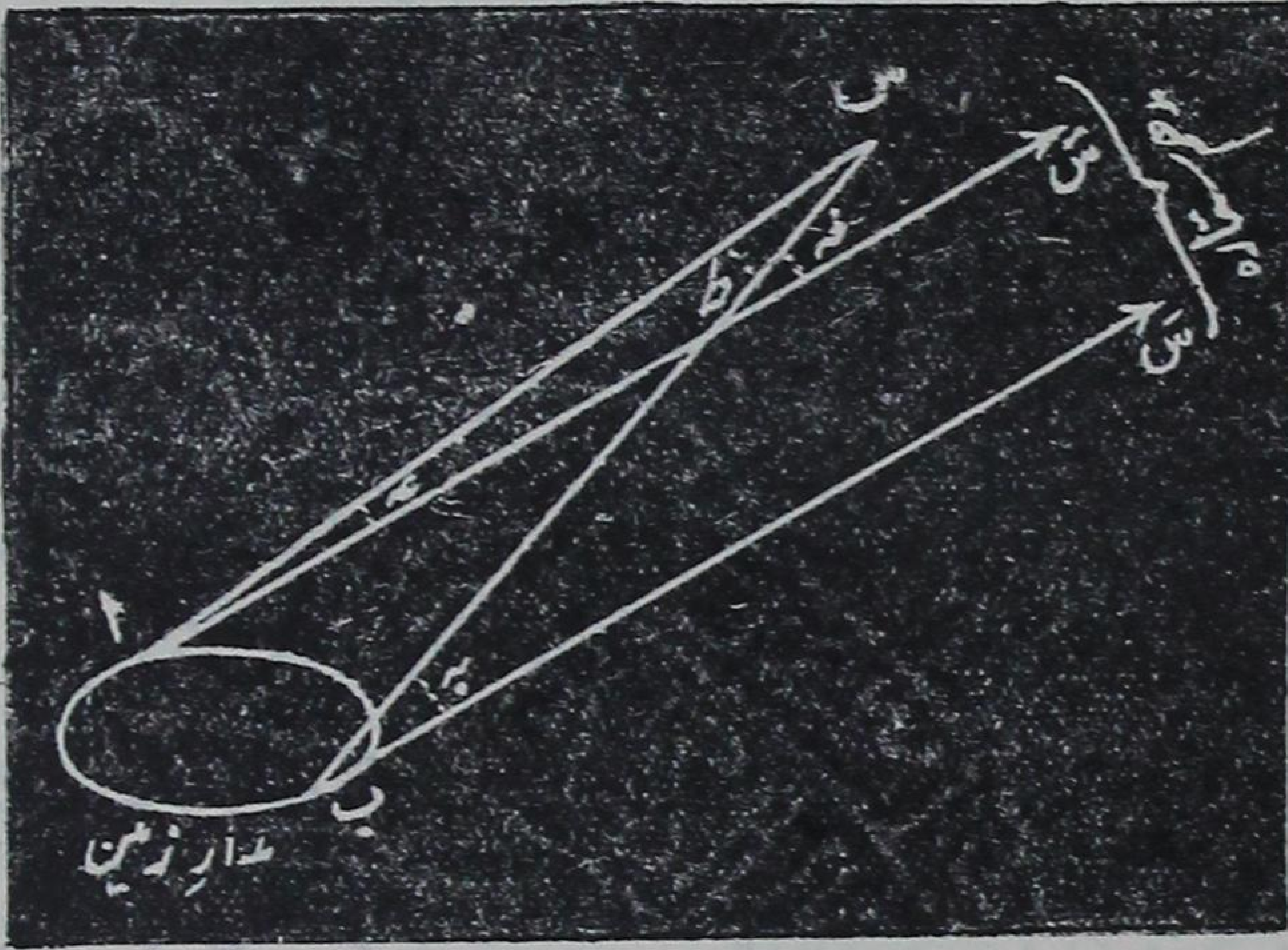
(۱) اگر ستارہ طریقِ شمس کے قطب پر واقع ہو تو ستارۂ مذکور جو چھوٹی قوس بناتا ہوا معلوم ہوتا ہے اِس کی سطحِ مستوی ہمارے مفروضہ کے مطابق ہمارے خطِ نگاہ پر علی القوائم ہے اس لیے یہ قوس جس کی تظلیل کرۂ سماوی پر ہم دراصل دیکھتے ہیں مستدیر معلوم ہوگی۔

(۲) اگر ستارہ طریقِ شمس پر واقع ہو تو یہ طریقِ شمس پر ہی آگے پیچھے ایک خطِ مستقیم میں حرکت کرتا ہُوا معلوم ہوگا کیونکہ ظاہر ہے کہ جب ایک دائرہ کو کنارہ کی طرف سے دیکھتے ہیں تو یہ ایک خطِ مستقیم ہی معلوم ہوتا ہے۔

(۳) اگر ستارہ آسمان کے کسی دوسرے حصّہ میں واقع ہو تو دورانِ سال میں اس کا ظاہری راستہ ایک چھوٹا سا ناقص معلوم ہوگا کیونکہ جب دائرہ کو ترچھا دیکھا جائے تو ناقص کی شکل کا نظر آتا ہے۔

کسی ستارہ کے سالانہ اختلافِ منظر کی تعین
بیسل کا طریقہ

۹۸ - بیسلؔ کے طریقہ کو بعض اوقات تفرقی طریقہ بھی کہتے ہیں - اِس میں جس ستارہ کا اختلافِ منظر دریافت کرنا مطلوب ہوتا ہے اُس کے پاس ایک نہایت مدھم ستارہ منتخب کرتے ہیں - مدھم ستارہ کا انتخاب اس لیے کیا جاتا ہے کہ ستارہ زیرِ امتحان کی نسبت غالباً وہ بہت زیادہ فاصلہ پر ہوگا - اِس لیے ہم یہ فرض کرسکتے ہیں کہ اس کا اپنا اختلافِ منظر اتنا چھوٹا ہے کہ دَورانِ سال میں اِن دو ستاروں کے زاویئی فاصلہ میں جو تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں وہ صرف نزدیک کے ستارہ کے اختلافِ منظر کی وجہ سے ہوتی ہیں - عملی طور پر



شکل ۵۴

اِن تبدیلیوں کی پیمائش کرنے سے ہم سالانہ اختلافِ منظر محسوب کرسکتے ہیں -

نوٹ - مدھم ستارہ، ستارۂ زیرِ غور کے نہایت قریب اس لیے منتخب کیا جاتا ہے تاکہ انعطاف وضلالتِ نور وغیرہ کی خطاؤں کا اثر دونوں ستاروں پر مساوی ہو اور اِن کے لیے جداگانہ تصحیح نہ کرنی پڑے - جو طریقہ استعمال کیا جاتا ہے اِس کی توضیح ذیل میں درج کی جاتی ہے:-

فرض کرو کہ مدارِ زمین پر ا اور ب دو متقاطر نقطے ہیں - ا اور ب پر ستارہ س کی جو سمتیں ہیں وہ ا س اور ب س (شکل ۵۴) ہیں اور مدھم ستارہ کی سمتیں اسَ اور ب سَ

Bessel ~

ہیں جن کو اس ستارہ سَ کے نہایت دور و دراز فاصلہ پر واقع ہونے کی وجہ سے ایک دوسرے کے متوازی فرض کر لیا گیا ہے۔ ا، ب، س اور سَ ایک ہی سطح مستوی میں فرض کیے گئے ہیں۔

مشاہدہ کنندہ ا پر خردہ پیما یا شمس پیما سے زاویہ عہ کو، جو مدھم ستارہ سَ اور ستارہ س کے درمیان بنتا ہے ناپ لیتا ہے۔ چھ مہینے بعد جب مشاہدہ کنندہ ب پر ہوتا ہے تو وہ زاویہ بہ کو ناپ لیتا ہے۔ لیکن (اقلیدس م ۱، ش ۳۲) سے

∠ فہ = ∠ عہ + ∠ طہ

لیکن ∠ فہ = ∠ بہ متوازی خطوں کی رُو سے

∴ ∠ بہ = ∠ عہ + ∠ طہ

∴ ∠ طہ = ∠ بہ - ∠ عہ

اب عہ اور بہ معلوم ہیں اس لیے طہ معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن طہ وہ زاویہ ہے جو ستارہ پر مدارِ زمین کے قطر کے محاذی بنتا ہے اور بنائے علیہ سالانہ اختلافِ منظر کا دو چند ہے۔ اس لیے سالانہ اختلافِ منظر فوراً معلوم ہو سکتا ہے۔

نوٹ۔ مناسب ہوگا کہ طالب علم مصرعۂ بالا طریقہ کا اُس طریقہ کے ساتھ مقابلہ کرے جس سے کہ زمین کی سطح پر کے دو دُور دُور کے مقاموں کے محاذی چاند پر بننے والا زاویہ معلوم کیا گیا تھا اور اِس سے چاند کا یومیہ یا زمین مرکزی اختلافِ منظر دریافت کیا گیا تھا۔

غایت درجہ کی صحت کو ملحوظ رکھتے ہوئے یہ لازماً کہنا پڑیگا کہ خط ا سَ اور ب سَ ایک دوسرے سے کچھ نہ کچھ میلان ضرور رکھتے ہیں، اس لیے بیسل کے طریقہ میں یہ نقص ہے کہ اس سے دراصل نزدیک کے ستارہ کا اختلافِ منظر معلوم نہیں ہوتا بلکہ دو ستاروں کے اختلافِ منظر کا فرق معلوم ہوتا ہے۔ اِس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اس طریقہ سے جو اختلافِ منظر دریافت ہو وہ ہمیشہ اصلی اختلافِ منظر سے کم ہوتا ہے اور کبھی اِس سے زیادہ نہیں ہوتا۔ اس لیے اس کی بنا پر ستارہ کا جو فاصلہ محسوب ہوتا ہے وہ ہمیشہ اصلی فاصلہ سے زیادہ ہوتا ہے۔

بیسل نے پہلے پہل اس طریقہ سے ۶۱ دجاجیہ کا اختلافِ منظر اور بنائے علیہ اِس کا فاصلہ ۱۸۳۸ء میں معلوم کیا اور اس کے ایک سال بعد قنطورس عہ کا اختلافِ منظر

اور فاصلہ محسوب کیا گیا۔
دو منتخب کردہ ستاروں کے زاویئی فاصلوں میں تبدیلیاں ہوتی ہیں اُن کو ناپنے کے لیے خُردہ پیما کے استعمال کے بجائے آج کل عکسی تصویروں کا طریقہ نہایت کامیابی سے استعمال کیا جاتا ہے۔

مطلق طریقہ

۹۹ - اس طریقہ میں سال کے مختلف اوقات پر ستارہ کا صعودِ مستقیم اور مَیل ناپ لیتے ہیں جب کہ یہ نصف النہار پر ہو اور جس قدر صحت کے ساتھ ممکن ہو استقبال اور کبو وغیرہ کے لیے مکمل طور پر تصحیح کر لینے کے بعد مختلف نتائج کا ایک دوسرے کے ساتھ مقابلہ کرتے ہیں۔ اگر ہر قسم کی تصحیح کر لینے کے بعد کچھ فرق برآمد ہو تو اس سے ستارۂ مذکور کا سالانہ اختلافِ منظر محسوب کر لینے کے لیے کافی مواد مل جاتا ہے۔

مثالیں

۱ - بتاؤ کہ ستارہ کہاں واقع ہو کہ اختلافِ منظر کی وجہ سے اس کے مقام میں (ا) کوئی ہٹاؤ معلوم نہ ہو (ب) بڑے سے بڑا ہٹاؤ ہو۔

جواب (ا) سُورج اور زمین کی سیدھ میں۔

(ب) سُورج سے ۹۰° کے زاویئی فاصلہ پر۔

۲ - اگر وجاجیہ ۶۱ کا اختلافِ منظر ۰٫۵″ ہو تو جو ستارہ ہمارے نظامِ شمسی کی نسبت اس سے دس گنے فاصلے پر ہو اُس کا اختلافِ منظر معلوم کرو۔ جواب ۰٫۰۵″

۳ - قنطورس ۂ کا اختلافِ منظر ۰٫۷″ ہے اس کے فاصلہ کا وجاجیہ ۶۱ کے فاصلہ سے مقابلہ کرو جس کا اختلافِ منظر ۰٫۵″ ہے۔

جواب (قنطورس ۂ کا فاصلہ) : (وجاجیہ ۶۱ کا فاصلہ) = ۲ : ۳

مشتری کے سالانہ اختلافِ منظر کی تعین

۱۰۰ - جب مشتری مقابلہ میں ہو تو اس کا فاصلہ سُورج کے فاصلے کے چار گنا سے بھی زیادہ ہوتا ہے۔ اس لیے اس کا یومیہ اختلافِ منظر بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ پس

اِس (اختلافِ منظر) کو ایسی صحت کے ساتھ مشاہدہ نہیں کرسکتے جیسے کہ مریخ کے اختلافِ منظر کو (دفعہ ۹۱) مشاہدہ کرسکتے ہیں۔ مشتری کا اختلافِ منظر اس طرح معلوم ہوسکتا ہے۔

فرض کرو کہ س، ز اور م بالترتیب سورج، زمین اور مشتری کو تعبیر کرتے ہیں جب کہ مشتری تربیع میں ہو (یعنی جب زاویہ س ز م قائمہ ہو)۔
نیز فرض کرو کہ جب مشتری مکرر تربیع میں ہو تو سورج، زمین اور مشتری کے مقامات بالترتیب س، زَ اور مَ ہیں یعنی زمین اس اثنا میں ز زَ میں سے حرکت کرگئی ہے اور مشتری م مَ میں سے۔

شکل ۵۵

ان مشاہدات کے مابین جتنے دن کا وقفہ گذرتا ہے معلوم ہوجاتا ہے اس لیے ہم زاویہ ز س زَ جو زمین اس عرصہ میں بناتی ہے معلوم کرسکتے ہیں۔ اسی طرح سے ہم زاویہ م س مَ بھی محسوب کرسکتے ہیں۔ اِس طرح سے زاویہ عہ جو زاویوں ز س زَ اور م س مَ کے فرق کا نصف ہے محسوب ہوسکتا ہے (کیونکہ مثلث ز س م اور زَ س مَ دونوں ہر طرح سے مساوی ہیں)۔

لیکن زاویہ عہ زاویہ طہ کا متمم ہے۔ پس طہ معلوم ہوجاتا ہے اور یہ زاویہ وہ ہے جو زمین کے مدار کے نصف قطر کے محاذی مشتری پر بنتا ہے۔

$$\text{نیز} \quad \text{جب طہ} = \frac{\text{ر}}{\text{ف}} \quad \therefore \quad \text{ف} = \frac{\text{ر}}{\text{جب طہ}}$$

جس سے مشتری کا فاصلہ حاصل ہوجاتا ہے۔

یہ طریقہ مشتری کے مدار سے باہر کے سیارہ کے لیے بھی کار آمد ہو سکتا ہے۔

بہ آسانی ثابت کیا جا سکتا ہے کہ اگر مشتری کا دَورِ وضعی ت ہو اور اس کی شرقی تربیع اور غربی تربیع کا درمیانی وقفہ ق ہو تو سالانہ اختلافِ منظر

$$= ۹۰^\circ \left(۱ - \frac{۲ق}{ت} \right)$$

کیونکہ $\frac{۳۶۰^\circ \times ق}{ت}$ = ے جو زمین ق دنوں میں مشتری سے آگے بڑھ جاتی ہے۔

∴ (شکل ۵۵) ۲ عہ = $\frac{۳۶۰^\circ \times ق}{ت}$ ∴ عہ = $\frac{۱۸۰^\circ \times ق}{ت}$

∴ سالانہ اختلافِ منظر طہ = $۹۰^\circ - \frac{۱۸۰^\circ \times ق}{ت} = ۹۰^\circ \left(۱ - \frac{۲ق}{ت} \right)$

مثال

مشتری کی شرقی اور غربی تربیع کا درمیانی وقفہ ۱۷۵ دن کا ہے اور دو مقابلوں کا ۴۰۰ دن کا۔ اِس کا سالانہ اختلافِ منظر معلوم کرو۔

جواب ۱۱° ۱۵′

آٹھواں باب

راس الحمل کے معلوم کرنے کا طریقہ ۔ استقبال کبو اور ضلالت

۱۰۱ ۔ چونکہ راس الحمل صفر کا نقطہ ہے جہاں سے کہ تمام اجرامِ سماوی کے صعودِ مستقیم ناپے جاتے ہیں اس لیے اس نقطہ کا مقام ثابت ستیاروں کے لحاظ سے غایت درجہ صحت کے ساتھ معلوم کرنا نہایت ضروری ہے ۔ جب ایک دفعہ اس نقطہ کا صحیح مقام معلوم کرلیا جائے اور یہ نقطہ نصف النہار کو عین عبور کرتے وقت ہیئتی گھڑی کو صفر پر کردیا جائے تو جس وقت کوئی اور ستارہ نصف النہار کو عبور کرتا ہے اُس وقت کو درجوں میں تحویل کرنے سے (ایک گھنٹہ کے لیے ۱۵°) ستارۂ مذکور کا صعودِ مستقیم معلوم ہوجاتا ہے ۔

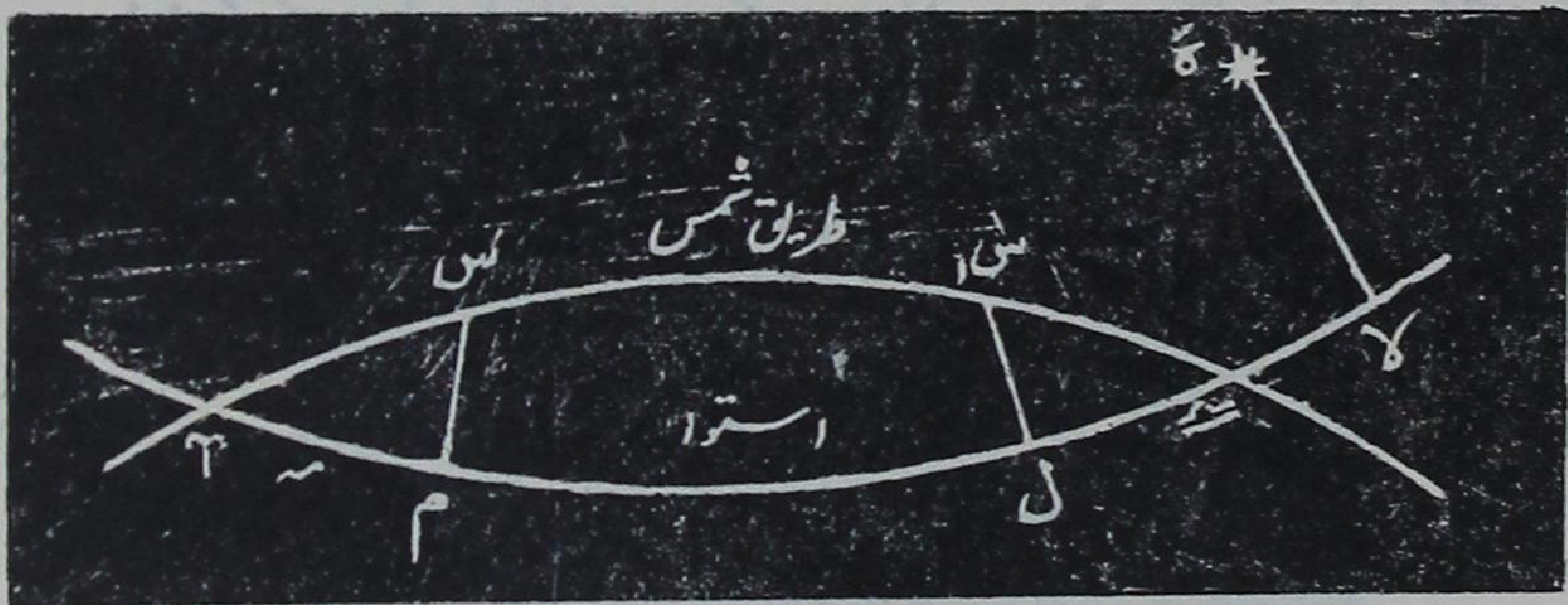
یہ بھی ظاہر ہے کہ اگر ہم کسی اور طریقہ سے کسی ستارہ کا صعودِ مستقیم معلوم کرلیں تو راس الحمل کا مقام فوراً متعین ہوجاتا ہے اور اس سے بغیر کسی دِقّت کے دوسرے ستاروں کے صعودِ مستقیم معلوم ہوجاتے ہیں ۔ اس غرض کے لیے ذیل کا طریقہ استعمال کیا جاتا ہے جس کو پہلے پہل فلیم سٹیڈ نے استعمال کیا تھا ۔ اُس نے جو ستارہ منتخب کیا وہ عقاب کا عہ ستارہ ہے ۔

کسی ستارہ کا صعودِ مستقیم معلوم کرنے کے لیے فلیم سٹیڈ کا طریقہ

فرض کرو کہ جس ستارہ کا صعودِ مستقیم معلوم کرنا مقصود ہے وہ ع ہے (دیکھو شکل ۵۶) ۔ اس لیے ہمیں لاع معلوم کرنا چاہیے (جہاں لا ، ع میں سے گزرنے والے میلی دائرہ کا پائیں ہے) ۔

اعتدالِ ربیع کے فوراً بعد کسی دن دوپہر کے وقت سُورج کا مَیل س م ناپ لیا جاتا ہے، یہ عمل اس کا نصف النہاری راسی فاصلہ ناپنے سے کیا جاسکتا ہے (دیکھو دفعہ ۳۴)۔ نیز اس کے مُرور اور ستارہ ہ کے مُرور کا درمیانی وقفہ معلوم کرلیا جاتا ہے۔ یہ وقفہ م لا کو جو ان کے صعودِ مستقیم کا فرق ہے ظاہر کرتا ہے، اس کو ہم عہ سے تعبیر کرینگے۔

اب ہم یہ معلوم کرسکتے ہیں کہ اعتدالِ خریف کے کچھ دیر پہلے کس وقت سُورج کا مَیل مندرجۂ بالا مَیل کے مساوی ہوگا۔ یہ عمل ۲۳ ستمبر سے کچھ قبل متواتر دنوں میں دوپہر کے وقت اس کا نصف النہاری راسی فاصلہ معلوم کرنے سے کیا جاسکتا ہے۔ لیکن یہاں ہمیں کچھ حساب سے کام لینا پڑیگا کیونکہ بہت غیر اغلب ہے کہ ان دنوں میں سے کسی دن بھی ٹھیک دوپہر کے وقت سُورج کا مَیل وہی ہو اس لیے ہمیں اُن دو متصل مَیلوں کو دیکھنا چاہیے جن میں سے ایک مندرجۂ بالا مَیل یعنی س م سے بڑا ہے اور دوسرا چھوٹا۔ اب اگر ہم یہ فرض کرلیں کہ وقت کے قلیل حصّوں کے لیے سُورج کے صعودِ مستقیم اور مَیل کی تبدیلیاں ایک دوسرے کے متناسب ہوتی ہیں تو ہم معمولی تناسب کی مدد سے ٹھیک وہ وقت محسوب کرسکتے ہیں جب کہ اس کا مَیل س ل، س م کے مساوی ہو۔



شکل ۵۶

اِس صورت میں بھی اُس کے صعودِ مستقیم اور ستارہ ہ کے صعودِ مستقیم کا فرق دیکھ لیا جاتا ہے۔ یہ فرق ل لا ہے جس کو ہم بہ سے تعبیر کرینگے۔ یہ ظاہر ہے کہ م ♈ = ل ♎

فرض کرو کہ ستارہ کا مطلوبہ صعودِ مستقیم ♈ لا = لا

اور جب سُورج س پر ہو تو اس کا صعودِ مستقیم = ♈م = مہ

∴ ۱۸۰° - مہ = س، پر سورج کا صعودِ مستقیم = ل ۲

لیکن ل ۲ - م ۲ = م ل

یا
لا - مہ = عہ

نیز لا - (۱۸۰° - مہ) = بہ یا لا - ۱۸۰° + مہ = بہ

اِس طرح سے ہمیں مجہول مقداروں لا اور مہ کے لیے دو ہمزاد مساواتیں حاصل ہوتی ہیں - جمع کرنے سے

۲ لا - ۱۸۰° = عہ + بہ

$$\therefore \text{لا} = \frac{180° + \text{عہ} + \text{بہ}}{2}$$

لیکن عہ اور بہ دونوں معلوم ہیں اس لیے لا معلوم ہوجاتا ہے۔

اوپر کا ضابطہ احتمالِ خطا سے مبرّا نہیں کیونکہ استقبالی حرکت کی وجہ سے دونوں مشاہدات کے درمیانی عرصہ میں ستارۂ مذکور کے صعودِ مستقیم میں خفیف سا اضافہ ہوجاتا ہے۔ لیکن اس کی تصحیح حسبِ ذیل طریقہ سے ہوسکتی ہے :-

فرض کرو کہ دونوں مشاہدات کے درمیانی عرصہ میں ستارۂ مذکور کے صعودِ مستقیم میں خفیف اضافہ ضہ واقع ہوتا ہے۔ اِس صورت میں ہماری مساواتیں ہوجاتی ہیں :-

لا - مہ = عہ

اور لا + ضہ - ۱۸۰° + مہ = بہ

$$\therefore \text{لا} = \frac{180° + \text{عہ} + \text{بہ} - \text{ضہ}}{2}$$

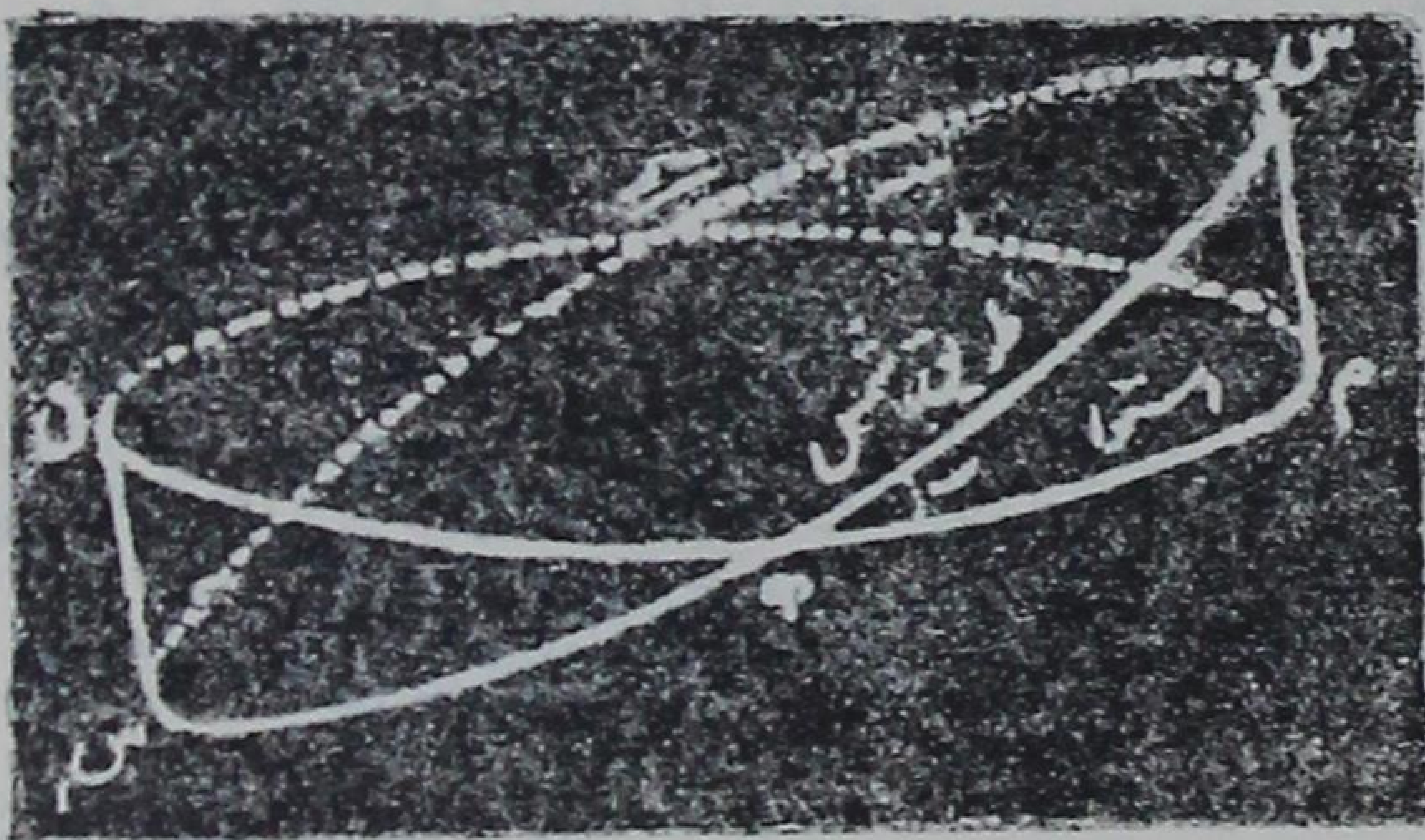
بغیر تصحیح کیے ہوئے لا کی جو قیمت حاصل ہوتی ہے وہ اعتدالِ ربیع کے قریب پہلے مشاہدہ کے وقت ستارہ کے صعودِ مستقیم کی قیمت نہیں ہوتی بلکہ دونوں مشاہدات کے وقت کے صعودِ مستقیموں کی اوسط قیمت ہوتی ہے یعنی اس سے ۲۱ رجون کے قریب کے صعودِ مستقیم کی قیمت تعبیر ہوتی ہے۔

فلیم سٹیڈ کے طریقہ میں یہ خوبی ہے کہ اس میں سورج کے مَیل کو صحیح طور پر جاننا ضروری نہیں ہوتا، صرف اس قدر مشاہدہ کرنا کافی ہے کہ دونوں مَیل مساوی کب

ہوتے ہیں، پس اگر اوزاروں کی خطا کی وجہ سے مقامِ مشاہدہ کے عرض بلد میں کسی طرح کا اشتباہ ہو تو اس سے دونوں مشاہدات پر مساوی اثر پڑیگا جس سے خطائے مذکور کا پورے طور پر ازالہ ہو جائیگا۔ نیز چونکہ دونوں مشاہدات کے وقت سورج کا راسی فاصلہ وہی ہوتا ہے۔ اس لیے اس پر انعطاف اور اختلافِ منظر کا اثر بھی مساوی ہوگا۔ لہذا ان خطاؤں کا بھی کچھ اثر پیدا نہ ہوگا۔

خطِ استوا اور طریقِ شمس کا میلان معلوم کرنا

۱۰۲۔ یہ زاویہ انقلابِ گرما اور انقلابِ سرما کے وقت سورج کے نصف النہاری راسی فاصلوں کو مشاہدہ کرنے سے ناپا جا سکتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ فاصلے ر اور رَ ہیں، نیز فرض کرو کہ مقامِ مشاہدہ کا عرض بلد ل ہے۔ اب اگر ایک انقلاب کے وقت سورج کا مقام س ہو تو اس کا میل س م استوا اور طریقِ شمس کے میلان سہ کے مساوی ہوگا (شکل ۵۷) کیونکہ دو متقاطع کبیر دائروں کے درمیانی زاویہ کی پیمائش اُس قوس سے ہوتی ہے جس کو متقاطع دائرے ایک اور ایسے دائرے سے قطع کریں جو اول الذکر دونوں دائروں پر عمود ہو۔



شکل ۵۷

لیکن عرض بلد = راسی فاصلہ ± میل[1] (دیکھو دفعہ ۴۴)

[1] یہ مساوات بعینہٖ وہی ہے جو دفعہ ۴۴ کی مساوات ہے یعنی عرض التمام ± مہ = عہ۔

ل = ر + سہ انقلاب گرما کے لیے

اور

ل = رَ - سہ انقلابِ سرما کے لیے

تفریق کرنے سے

سہ = (رَ - ر) / ۲

پس سہ معلوم ہو گیا۔

اُوپر کے مشاہدات میں یہ بالکل غیر اغلب ہے کہ جب سورج نصف النہار پر ہو تو یہ ٹھیک انقلابی نقطہ پر ہو لیکن اِس وقفہ کے لیے اِس کے مَیل کی تبدیلی محسوب ہو سکتی ہے۔

اعتدالین کا استقبال

۱۰۳ - ایک طویل عرصہ تک ستاروں کے صعودِ مستقیم اور مَیلوں کو متواتر مشاہدہ کرتے رہنے سے معلوم ہوتا ہے کہ راس الحمل آسمان میں کوئی ثابت نقطہ نہیں ہے بلکہ طریق شمس پر سُورج کی سالانہ حرکت کی مخالف سمت میں نہایت آہستہ آہستہ حرکت کرتا ہے۔ سُورج کی ملاقات کے لیے راس الحمل کے اِس طرح پیچھے کی طرف حرکت کرنے سے، جس میں راس المیزان بھی شریک ہے، ہر سال اعتدالین اپنے مقررہ وقت سے پہلے گویا سُورج کے استقبال کو بڑھ جاتے ہیں اس لیے اس حرکت کو اعتدالوں کی استقبالی حرکت کہتے ہیں۔

استقبالی حرکت کی شرح ۵۰٫۲۴″ فی سال ہے یعنی ۷۲ سال میں تقریباً ۱° ہے۔ اِس حساب سے راس الحمل کو آسمان کی کامل ایک گردش کرنے کے لیے قریب ۲۶ ہزار سال کا عرصہ درکار ہوتا ہے کیونکہ

(۳۶۰° × ۶۰ × ۶۰) / ۵۰٫۲۴″ = ۲۶۰۰۰ سال تقریباً۔

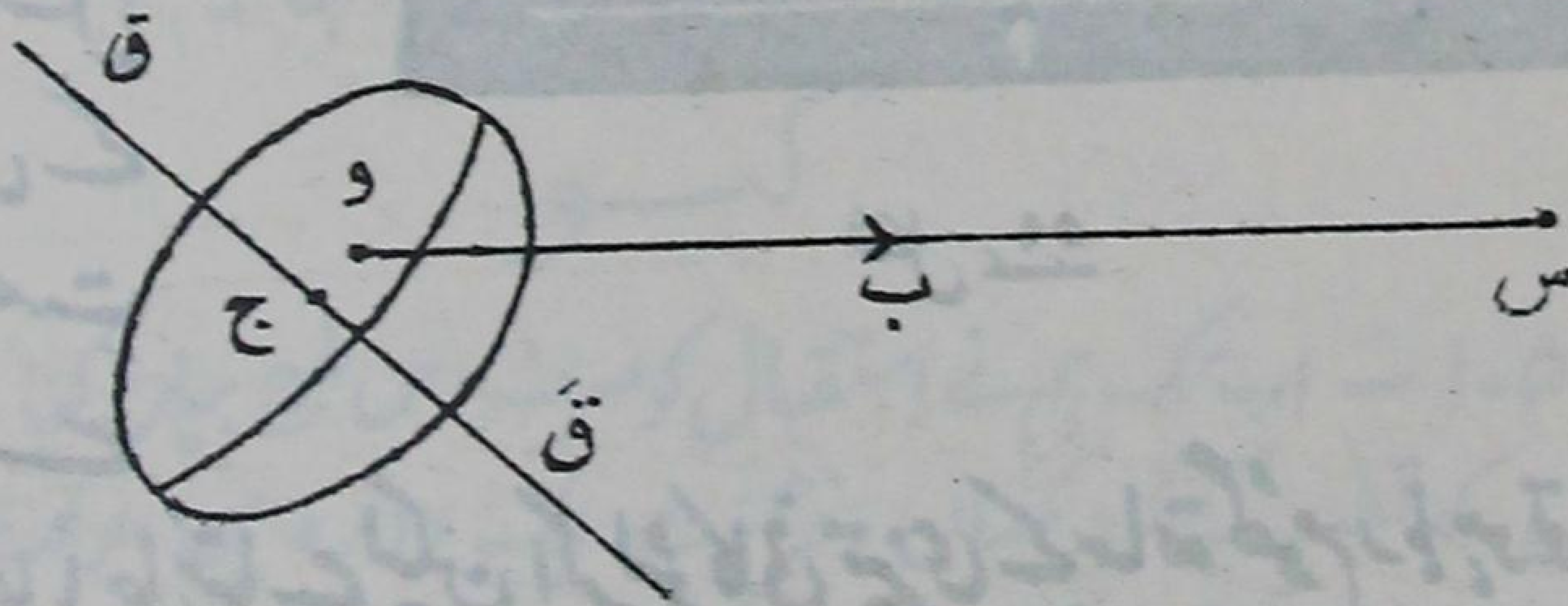
استقبال کی وجہ سے ہر ثابت ستارہ کا طول بلد فی سال ۵۰٫۲۴″ کی شرح سے بڑھتا رہتا ہے۔ نیز ستاروں کے صعودِ مستقیم اور مَیل بھی آہستہ بدلتے رہتے ہیں لیکن اُن کے عرض بلد ہمیشہ ثابت رہتے ہیں۔ موخر الذکر دلیل کی بنا پر ہم اس

نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ طریق شمس آسمان پر تقریباً ثابت ہے لیکن خطِ استوا طریقِ شمس پر آہستہ آہستہ حرکت کرتا ہے، جس سے ان کے نقاطِ تقاطع، ♈ اور ♎ متذکرۂ بالا طریقہ پر حرکت کرتے ہیں۔

طریقِ شمس پر خطِ استوا کی اس حرکت سے قطبِ سماوی کے مقام میں بھی حسبہٗ خفیف سا تغیر ہوتا رہتا ہے جو طریقِ شمس کے قطب کے گرد تقریباً °۲۳ ۲۸′ کے فاصلہ پر ایک دائرہ مرتسم کرتا ہے اس دائرہ پر قطبِ سماوی کی حرکت کی تکمیل ۲۶ ہزار سال میں ہوتی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ چند ہزار سالوں کے بعد جو ستارہ اب ہمارا قطبی ستارہ ہے وہ قطبِ سماوی سے کافی بڑے فاصلے پر ہوگا۔ نسلیاق کا چمکدار ستارہ عہ تقریباً ۱۲۰۰۰ سال کے بعد اس نقطہ سے جس کے گرد اُس وقت آسمان گھومتا ہوا معلوم ہوگا تقریباً °۵ کے فاصلہ پر ہوگا اور ہمارے حالیہ قطبی ستارہ کی طرح اُس وقت آسمان پر تقریباً ساکن معلوم ہوگا۔

استقبال کے طبیعی اسباب

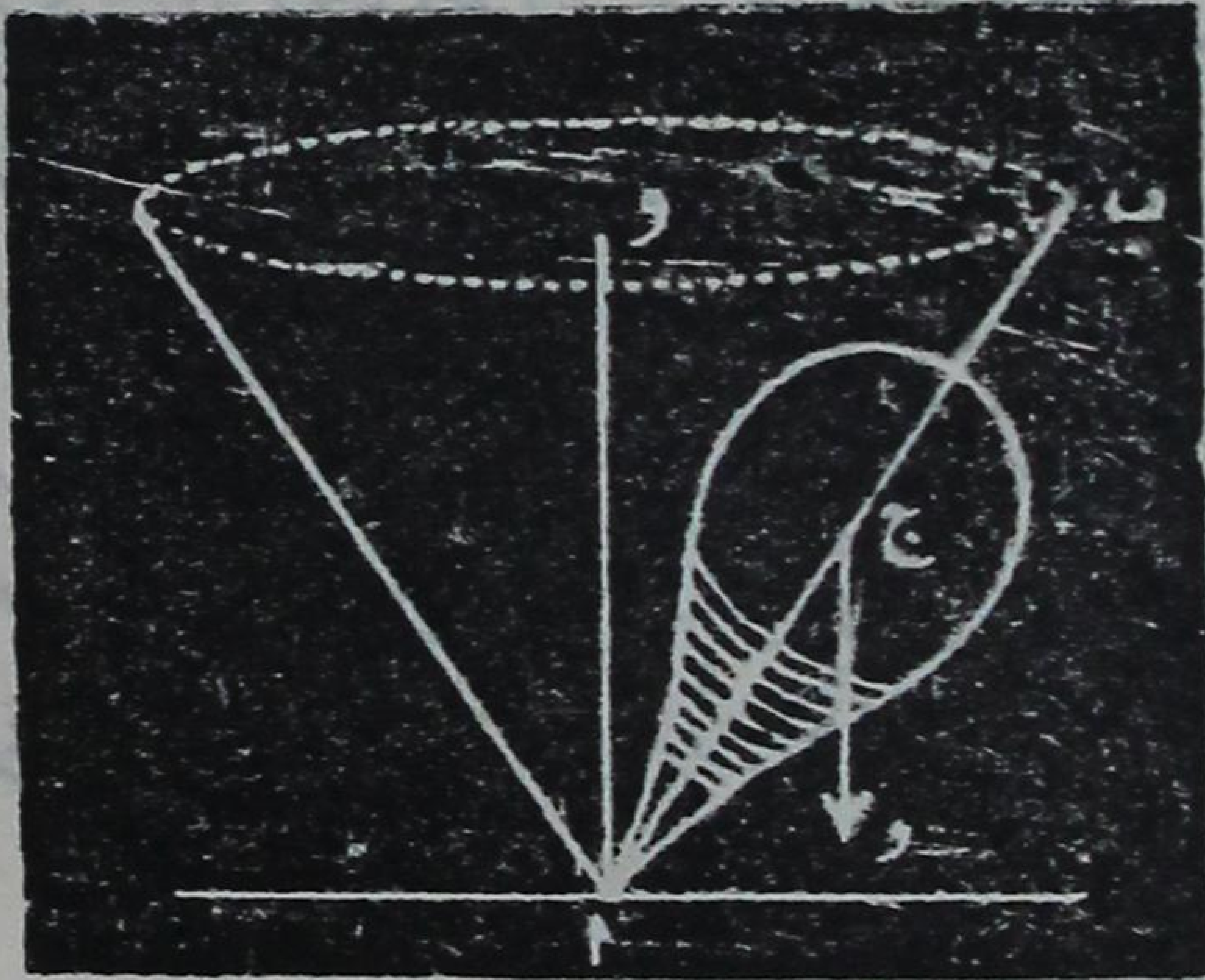
۱۰۴ - اعتدالین کے استقبال کا باعث تقریباً کلیتہً سورج اور چاند دونوں کی کشش ہے جو زمین کے خطِ استوا پر کے اُبھرے ہوئے حصّوں پر واقع ہوتی ہے۔ اگر زمین کی سطح پورے طور پر گول ہوتی تو سورج اور چاند دونوں کی کششیں مرکز میں سے گزرنے والی ایک واحد قوت سے تعبیر ہو سکتیں اور بنا بریں نہ تو زمین کے محور اور نہ خطِ استوا کی سطح مستوی پر ان کششوں کا مخل اثر محسوس ہوتا۔ لیکن ہم جانتے ہیں کہ سطح کی شکل کرہ نما ہے گویا اس کے استوائی حصوں کے گرد مادہ کی ایک زائد تہ یا پیٹی لگی ہوئی ہے۔ ساتھ کی شکل میں فرض کرو کہ س سورج ہے اور ق قَ زمین کی گردش کا محور ہے (شکل ۵۸)۔



شکل ۵۸

اب زمین کے اُبھرے ہوئے حصّوں پر سُورج کی جو کشش ہے وہ دور کے حصّوں کی نسبت نزدیک کے حصّوں پر زیادہ ہوتی ہے۔ اس لیے حاصل قوت ایک واحد قوت و ب سے تعبیر ہو سکتی ہے جو مرکزِ ثقل ج سے اوپر کسی نقطۂ و پر عمل کرتی ہے، اس کا اثر یہ ہوتا ہے کہ زمین کے گردش کے محور میں خلل واقع ہوتا ہے۔ ممکن ہے کہ پہلے پہل ہمیں یہ خیال پیدا ہو کہ اس سے خطِ استوا کی سطح مستوی میں اس طرح تبدیلی واقع ہونی چاہیے کہ یہ بالآخر طریقِ شمس پر منطبق ہو اور بنائے علیہ زمین کا محور طریقِ شمس کی سطحِ مستوی پر عمود وار ہو جائے۔ یقیناً یہی ہوتا اگر زمین اپنے محور کے گرد بہاعت سرعت سے نہ گھومتی ہوتی۔ ان دونوں گردشوں کا مجموعی اثر یہ ہوتا ہے کہ زمین کے محور کی وضع میں تبدیلی واقع ہوتی ہے لیکن اس طرح کہ طریقِ شمس کی سطحِ مستوی کے ساتھ اس کے زاویۂ میلان میں تغیر واقع نہیں ہوتا۔ واقعہ یہ ہے کہ زمین کا محور اس طرح سے جھومتا ہے کہ اس کے مقابل آسمان پر جو نقطہ ہوتا ہے، یعنی قطبِ سماوی، وہ طریقِ شمس کے قطب کے گرد ایک دائرہ بناتا ہے جیسا کہ ہم پیشتر بیان کر چکے ہیں۔

محورِ زمین کی اس حرکت کو ایک گھومتے ہوئے لٹو کے محورِ گردش کے "جھومنے" سے بخوبی تشبیہ دی جا سکتی ہے۔ لٹو کا وزن، جو انتصاباً نیچے کی طرف عمل کرتا ہے، گردش کے محور ا ب کو سمتِ انتصابی ا و سے



شکل ۵۹

ہٹا کر دُور لے جانا چاہتا ہے لیکن اگر لٹو کافی تیزی کے ساتھ گھوم رہا ہو تو لٹو زمین پر نہیں گرتا ہے بلکہ جیسا کہ ہم سب جانتے ہیں اُس کا محورِ گردش ہمیشہ زمین کے ساتھ

ایک مستقل زاویہ بناتا ہے اور سمتِ انتصابی و ا کے گرد ایک مخروط مرتسم کرتا ہے بعینہٖ اسی طرح زمین کی صورت میں قطبِ سماوی جو اس کے محورِ ممدودہ کا سرا ہے طریقِ شمس کے قطب کے گرد گھومتا ہے۔

چاند کی کشش کا اثر سورج کی نسبت بہت زیادہ ہوتا ہے، اس کی نسبت ۷ : ۳ ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ چاند سورج کی نسبت زمین کے زیادہ قریب ہے۔

دونوں صورتوں میں یہ اثر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جب کہ کشش کرنے والا جرم شمالاً یا جنوباً اپنے بڑے سے بڑے مَیل پر پہنچ جائے اور یہ اثر صفر ہوتا ہے جب کہ جرم مذکور استوائے سماوی پر ہو۔

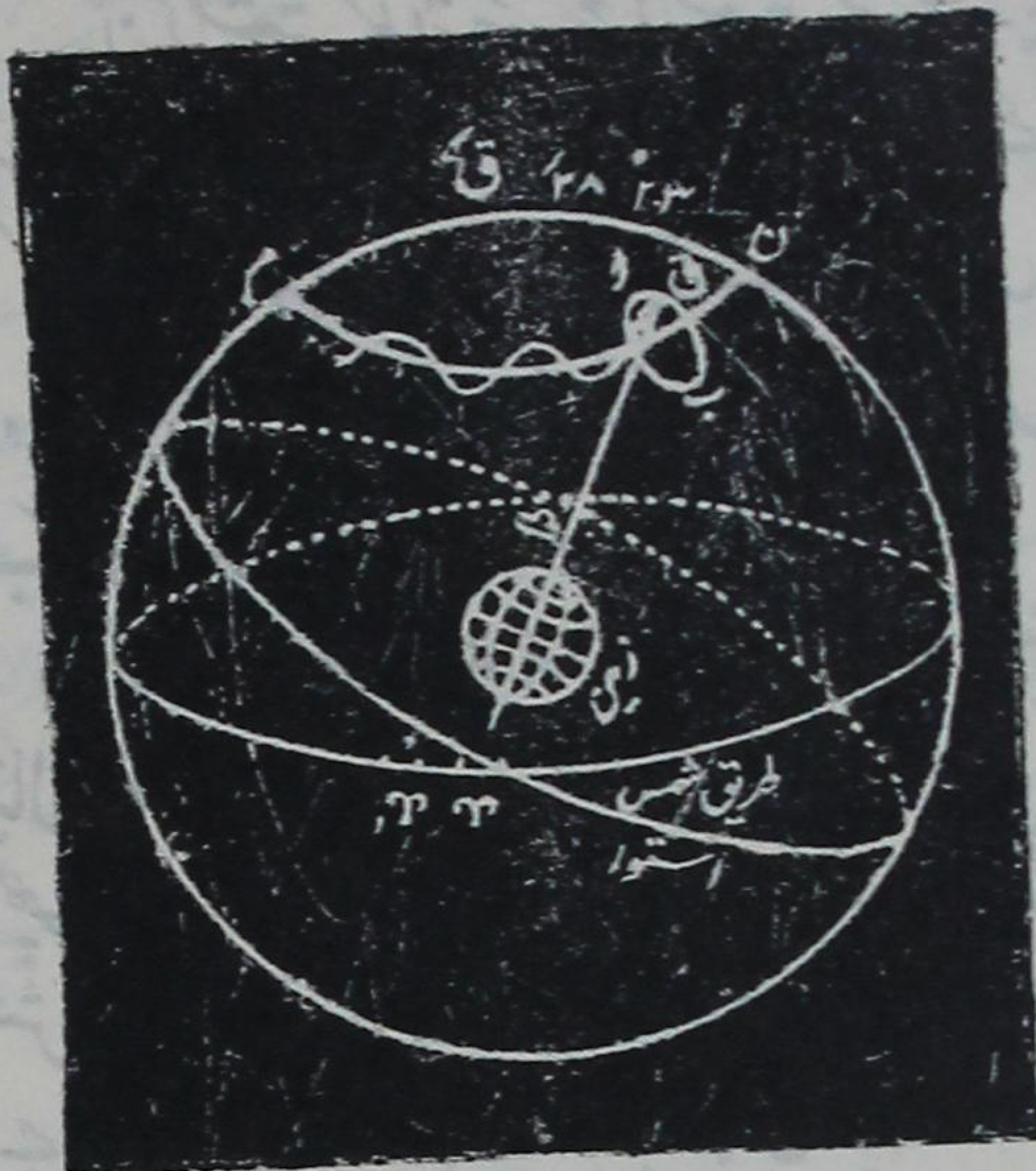
سورج اور چاند سے جو استقبال پیدا ہوتا ہے اُس کو بعض اوقات قمری شمسی استقبال کہتے ہیں۔ یہ استقبال سال بھر میں ۵۰٫۳۵ ً کے مساوی ہوتا ہے۔ اس سے ایک چھوٹی مقدار جس کو سیّاری استقبال کہتے ہیں تفریق کی جاتی ہے کیونکہ دیگر سیاروں کی کشش سے جو استقبال پیدا ہوتا ہے وہ مخالف سمت میں ۰٫۱۱ ً فی سال کے مساوی ہوتا ہے۔ اس طرح عام سالانہ استقبال ۵۰٫۲۴ ً کے مساوی ہوتا ہے۔ سیّاری استقبال زمین کے مدار میں ہٹاؤ پیدا کرنے کی کوشش کرتا ہے اور خطِ استوا کے ساتھ طریقِ شمس کا جو میلان ہے اس میں ہر سال نصف سکنڈ کی کمی پیدا کر دیتا ہے لیکن یہ کمی کبھی بھی ایک معیّن حد یعنی اوسط قیمت سے ½° اِدھر یا اُدھر سے تجاوز نہیں کرتی۔

اس وقت اعتدالِ ربیع کا نقطہ جس کو اب تک "راس الحمل" سے موسوم کرتے ہیں برجِ حمل میں نہیں ہے لیکن استقبال کی وجہ سے تقریباً ۳۰° ہٹ کر متصل کے برجِ حوت میں چلا گیا ہے۔ اسی طرح اعتدالِ خریف کا نقطہ (راس المیزان) بھی اب برجِ میزان میں نہیں ہے بلکہ ہٹ کر سنبلہ میں پہنچ گیا ہے۔

کبو

105 — اب تک ہم نے استقبال کو صرف اس طرح بیان کیا ہے گویا قطبِ سماوی طریقِ شمس کے قطب کے گرد یکساں رفتار سے ایک دائرہ میں حرکت کرتا ہے اور یقیناً ایسا ہی ہوتا اگر سورج اور چاند کی کششوں سے جو مخل اثر پیدا ہوتا ہے وہ

یکساں رہتا۔ درحقیقت اس اثر میں یکسانیت نہ ہونے کی وجہ سے قطبِ سماوی آسمان پر ایک موج کی شکل میں حرکت کرتا ہے (شکل نمبر ۶۰)۔ قطبِ سماوی، کبھی طریقِ شمس کے قطب کی جانب اور کبھی اس کے مخالف جانب اس طرح جو اہتزازی حرکت کرتا ہے اس کو کبو کہتے ہیں۔



شکل ۶۰

اِس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ استقبال بعض اوقات اِس کی اوسط قیمت سے زیادہ اور بعض اوقات کم ہوتا ہے، اس کے ساتھ ہی طریقِ شمس کے ساتھ استوائے سماوی کا جو مَیلان ہے اُس میں دَوری اضافہ اور کمی ہوتی رہتی ہے۔ جب قطبِ سماوی ق طریقِ شمس کے قطب کے نزدیک آتا ہے تو میلانِ بالا بڑھ جاتا ہے اور جب یہ قطب سے دور ہو جاتا ہے تو میلان گھٹ جاتا ہے۔

کبو تقریباً کلیتہً چاند کے تغیر پذیر عمل سے واقع ہوتا ہے جو اُس کے عقدوں (یعنی اس کے مدار اور طریقِ شمس کے نقاطِ تقاطع) کی وضع پر موقوف ہے۔ واضح ہو کہ چاند کے عقدے ۱۸ ۲/۳ سال میں آسمان کا ایک دَور مکمل کر لیتے ہیں۔

قطبِ سماوی کی یہ موج کی شکل کی حرکت ترسیمی طور پر حسبِ ذیل طریقہ سے تعبیر ہو سکتی ہے :-

قطبِ سماوی کے اوسط مقام کو مرکز مان کر ایک چھوٹا ناقص اب (دیکھو شکل نمبر ۶۰) کھینچو جس کا محورِ اکبر اب = ۱۸ء۵ طریقِ شمس کے قطب کی سیدھ میں ہو اور محورِ اصغر ۱۳ء۷ دائرہ م ن کی سیدھ میں ہو۔ تب اگر ہم اوسط قطب کو

جو ناقص کا مرکز ہے قوس م ن پر حرکت کرتا ہوا خیال کریں تو اصلی قطب ق اس کے گرد ناقص کے محیط پر حرکت کریگا اور ایک گردش کی تکمیل $\frac{2}{3}$ ۱۸ سال میں کریگا۔

کبو کو پہلے پہل بریڈ لے نے دریافت کیا تھا۔ اُس نے دیکھا کہ ضلالتِ نور وغیرہ کے لیے مناسب تصحیح کر لینے کے بعد، استوا اور طریق شمس کے لحاظ سے ثابت ستاروں کے مقاموں میں جو ظاہری ہٹاؤ واقع ہوتے ہیں اُن کی توجیہ یکساں استقبال کی بناء پر نہیں ہو سکتی۔

نور کی رفتار

۱۰۶ — رومر[۵] پہلا شخص تھا جس نے ۱۶۷۵ء میں پہلے پہل مشتری کے توابع کے خسوفوں کو مشاہدہ کرنے سے یہ دریافت کیا کہ نور کی اشاعت فی الفور نہیں ہوتی بلکہ اس کے لیے بھی وقت درکار ہے۔ بہت سے گزشتہ مشاہدات کی بنا پر بیشتر ہی سے معلوم کر لیا گیا تھا کہ ان خسوفوں کے اوقات کیا ہونے چاہییں۔ یہ اوقات درحقیقت مشتری اور زمین کے اوسط فاصلہ کے لحاظ سے محسوب کر لیے گئے تھے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا کہ جب مشتری مقابلہ میں ہوتا ہے یا بالفاظِ دیگر زمین سے قلیل ترین فاصلہ پر ہوتا ہے تو، خسوف محسوبہ وقت سے قریباً ۸ منٹ پیشتر واقع ہوتے ہیں اور برعکس اس کے جب یہ اقترانِ اعلیٰ میں یعنی زمین سے بعید ترین فاصلہ پر ہوتا ہے تو مشاہدہ کردہ وقتِ خسوف محسوبہ وقت سے تقریباً ۸ منٹ بعد ہوتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوا کہ یہ تقریباً ۱۶ منٹ کا یا زیادہ صحت کے ساتھ ۱۶ منٹ ۳۶ سکنڈ کا فرق وہ وقت ہے جو نور کی شعاع کو مدارِ ارض کے قطر میں سے گزرنے کے لیے صَرف ہوتا ہے۔ چونکہ یہ فاصلہ تقریباً ۱۸۵۰۰۰۰۰۰ میل ہے اس لیے ہمیں نور کی رفتار تقریباً ۱۸۶۰۰۰ میل فی سکنڈ حاصل ہوتی ہے۔ نیز چونکہ زمین اپنے محور پر تقریباً $\frac{1}{2}$ ۱۸ میل فی سکنڈ کی رفتار سے حرکت کرتی ہے اس لیے ظاہر ہے کہ نور کی رفتار زمین کی رفتار سے تقریباً ۱۰۰۰۰ گنا زیادہ ہے۔

جو کچھ اوپر بیان ہوا اس سے ظاہر ہے کہ نور کو سُورج سے زمین تک پہنچنے میں تقریباً ۸ منٹ ۱۸ سکنڈ لگتے ہیں۔ اس وقفہ کو بعض اوقات نور کی مساوات کہتے

[۵] Roemer

ہیں - بعد ازیں پہلے فیسو[1] نے اور پھر فوکو[2] نے براہِ راست نور کی رفتار کی پیمائش کی۔

ضلالت

۱۰۷ - ضلالتِ نور سے اجرامِ فلکی کی ظاہری سمتوں کا وہ اختلاف مراد ہے جو زمین اور نور کی رفتاروں کے امتزاج سے واقع ہوتا ہے - اگرچہ زمین کی رفتار نور کی رفتار سے مقابلۃً بہت کم ہے لیکن بایں ہمہ نور کی شعاعوں کی سمتوں میں قابلِ لحاظ انصراف پیدا کرنے کے لیے یہ کافی ہوتی ہے - اس لیے ظاہر ہے کہ کسی ستارہ کا مشاہدہ کرنے کے لیے ہمیں دُوربین کو جس سمت میں لگانا پڑتا ہے وہ وہی نہیں ہوتی جس میں کہ زمین کے ساکن ہونے کی صورت میں دُوربین کو لگانا پڑتا۔

ہم ضلالت کے اثر کی حسبِ ذیل طریقہ سے توضیح کر سکتے ہیں :- اگر کوئی شخص بارش میں کھڑا ہو اور بارش کی بوندیں انتصاباً پڑ رہی ہوں تو ظاہر ہے کہ بارش سے بچنے کے لیے اُسے اپنی چھتری کو سر کے اوپر سیدھا انتصاباً رکھنا پڑیگا لیکن اگر وہ چلنے یا بھاگنے لگے تو اُسے معلوم ہوگا کہ بوچھار اُس کے مُنہ پر پڑتی ہے اس لیے اسے اپنی چھتری کو اپنے سر پر سامنے کی طرف آڑا رکھنا چاہیے - نیز جُوں جُوں وہ اپنی رفتار تیز کرتا جائیگا اُسے معلوم ہوگا کہ بوچھار کی سمت میں اتنا ہی زیادہ جھکاؤ ہوتا جاتا ہے اس جھکاؤ کو ہم مینہ کی ضلالت کہہ سکتے ہیں۔

کسی ستارہ پر ضلالت کا اثر

۱۰۸ - فرض کرو کہ (شکل ۶۱) و زمین کے مقام کو تعبیر کرتا ہے۔ و سے زمین کے مدار کا مماس و ا کھینچو جس کا طول و ا زمین کی رفتار ر کو تعبیر کرے۔ نیز فرض کرو کہ کسی ستارہ کی سمت و س ہے، اور س و کو ب تک اتنا بڑھاؤ کہ و ب نور کی رفتار س کو تعبیر کرے - اب زمین کے حالتِ سکون کی صورت میں ستارہ کی سمت معلوم کرنے کے لیے ہمیں ایک ایسی رفتار کو جو زمین کی رفتار ر کے

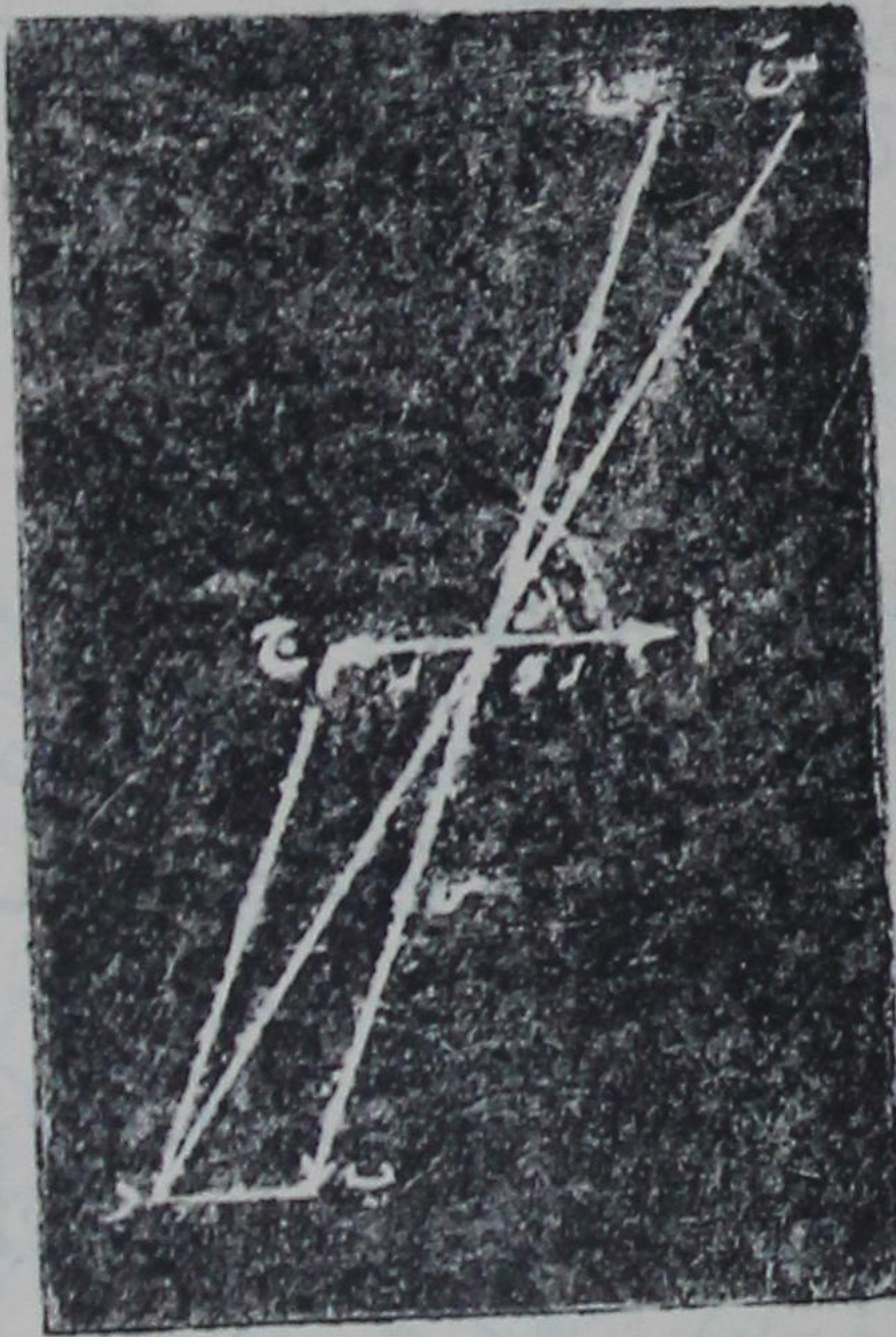
[1] Fizeau [2] M. Foucault

مساوی اور مخالف ہو زمین کی اور نیز روشنی کی رفتاروں کے ساتھ ترکیب دینا چاہیے
ایسا کرنے سے اضافی حرکت میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہوگی، لیکن نقطۂ و حالتِ سکون
میں آجائیگا اور نور پر دو رفتاریں وج اور وب عائد ہو جائینگی جن کا حاصل
و د کے مساوی ہوگا۔ اس لیے ستارۂ مذکور و د کی ممدودہ سمت وسَ میں دکھائی
دیگا۔ زاویہ س و سَ یعنی زاویہ عہ کو جس سے مقدارِ انصراف کی پیمائش ہوتی
ہے ستارہ کی ضلالت کہتے ہیں۔

تعریفات

(۱) ستارہ کی اصلی اور ظاہری سمتوں کے درمیان جو زاویہ عہ بنتا ہے اُس کو
ستارۂ مذکور کی ضلالت کہتے ہیں۔

(۲) ستارہ کی اصلی سمت اور زمین کی حرکت کی سمت میں جو زاویہ بنتا ہے
اُس کو گذرِ زمین کہتے ہیں۔ مثلاً د س و ا یا د ز گذرِ زمین ہے۔



شکل ۶۱

اُوپر کی بحث سے
یہ ظاہر ہے کہ ضلالت کے
اثر کے تحت کسی ستارہ
کی سمت زمین کی حرکت
کی طرف قدرے ہٹی ہوئی
معلوم ہوتی ہے۔ چونکہ
زمین کی حرکت کی سمت مدار پر
مماس ہونے کی وجہ سے سورج
کی سمت کے ساتھ ہمیشہ زاویۂ قائمہ
بناتی ہے اس لیے ظاہر ہے کہ
کسی آن میں زمین طریقِ شمس پر
کے اُس نقطہ کی طرف حرکت
کرتی ہوئی معلوم ہوتی ہے جو

سُورج کے پیچھے (یعنی اس کی ظاہری حرکت کی سمت کے مخالف) ۹۰° پر واقع ہو اور اس لیے آسمان پر ہر ایک ستارہ کا ہٹاؤ بوجہ ضلالت کرۂ سماوی کے اُس دائرۂ کبیر پر واقع ہوتا ہے جو ستارۂ مذکور کے مقام اور نیز اُس نقطہ میں سے گزرے۔

چونکہ طریقِ شمس پر سُورج کی ظاہری حرکت مغرب سے مشرق کی طرف واقع ہوتی ہے اور جملہ اجرامِ فلکی کے طول بلد راس الحمل سے اِسی سمت میں ناپے جاتے ہیں اس لیے طریقِ شمس پر سُورج سے ۹۰° پیچھے کا نقطہ در اصل وہ نقطہ ہے جس کا طول بلد سُورج کے طولِ بلد سے بقدر ۹۰° کے کم ہو۔ مثلاً اگر سُورج کا طول بلد ۱۲۰° ہو تو تمام ستارے طریقِ شمس کے اُس نقطہ کی طرف بوجہ ضلالت منصرف معلوم ہونگے جس کا طول بلد ۳۰° ہے۔

ضلالت کی تبدیلی گزرِ زمین کی جیب کے متناسب ہے۔

۱۰۹ - مثلث و ج د میں

$$\frac{\text{جب ج د و}}{\text{جب ج و د}} = \frac{\text{و ج}}{\text{ج د}} = \frac{\text{ر}}{\text{ر}} = \text{م}$$

یا

$$\frac{\text{جب عہ}}{\text{جب بہ}} = \text{م}$$

$$\therefore \text{جب عہ} = \text{م جب بہ}$$

لیکن چونکہ عہ بہت چھوٹا ہوتا ہے اس لیے جب عہ = عہ (قوسی پیمانہ میں)، نیز بہ کو گزرِ زمین کے یعنی زاویہ نر کے مساوی فرض کیا جا سکتا ہے کیونکہ ان دونوں میں بہت کم فرق ہے۔

$$\therefore \text{عہ} = \text{ضلالت} = \text{م جب نر}$$

م کو ضلالت کی قدر کہتے ہیں جب قوسی پیمانہ میں پیمائش ہوتی ہے تو م سے مراد وہ نسبت ہے جو زمین کی رفتار کو نور کی رفتار کے ساتھ ہو۔

اگر ضلالت کو سکنڈوں میں بیان کیا جائے تو

$$\frac{\text{ع''}}{۲۰۶۲۶۵} = \frac{\text{ر}}{\text{س}} \text{ جب ن}$$

$$= \frac{۱}{۱۰۰۰۰} \text{ جب ن (دفعہ ۱۰۶)}$$

∴ ع'' = ۲۰ء۶'' جب ن تقریباً

اس لیے ضلالت کی قدر سکنڈوں میں تقریباً ۲۰ء۶'' کے مساوی ہے۔ اس کی زیادہ صحیح قیمت ۲۰ء۴۹'' ہے۔ ظاہر ہے کہ ضلالت کی قیمت بڑی سے بڑی اُس وقت ہوگی جب کہ گزرِ زمین = ۹۰°

∴ بڑی سے بڑی ضلالت = ۲۰ء۴۹'' جب ۹۰° = ۲۰ء۴۹''

مثال

طریقِ شمس پر کے ایک ستارہ کا طولِ بلد ۷۵° ہے، یہ فرض کر کے ضلالت کی قدر ۲۰ء۴۹'' ہے معلوم کرو کہ جب سُورج کا طول بلد ۱۳۵° ہوگا تو بوجہ ضلالت ستارہ کے مقام میں کیا تبدیلی واقع ہوگی۔

یہاں ستارہ کا زاویئی فاصلہ سُورج سے = ۱۳۵° - ۷۵° = ۶۰° ∴ گزرِ زمین = ۳۰° کیونکہ زمین کی حرکت سُورج کی سمت پر عمود وار ہوتی ہے۔

∴ ع = م جب ن = ۲۰ء۴۹'' جب ۳۰° = ۱۰ء۲۴۵''

۱۱۰ - ضلالت کی وجہ سے ہر ایک ستارہ اپنے اصلی مقام کے گرد سال بھر میں ایک چھوٹا سا قطعِ ناقص بناتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ یہ امر تقریباً اُسی طرح ثابت کیا جا سکتا ہے جس طرح سالانہ اختلافِ منظر کی صورت میں ثابت کیا جا سکتا ہے کیونکہ ہم حسبِ سابق یہ فرض کر سکتے ہیں کہ زمین کا مدار تقریباً دائرہ ہے اور اس کی رفتار دورانِ سال میں یکساں رہتی ہے۔ اس لیے ہم مان سکتے ہیں کہ ہر ایک ستارہ اپنے اصلی مقام کے گرد (بطور مرکز کے) مدارِ ارض کے متوازی ایک دائرہ میں حرکت کرتا ہے۔ جب اس خیالی دائرہ کا ظل کرۂ سماوی کی سطح پر مائل واقع ہوتا ہے تو یہ دائرہ قطع ناقص ہو جاتا ہے جس کا نیم محورِ اعظم طریقِ شمس کے متوازی اور ۲۰ء۴۹''

(بڑی سے بڑی ضلالت) کے مساوی ہوتا ہے اور نیم محورِ اصغر ۹ ۴۹ ۲۰ء" جب ع کے مساوی ہوتا ہے جہاں ع ستارہ کا عرض بلد ہے۔ کل بحث کا خلاصہ یہ ہے کہ:

(۱) ہر ایک ستارہ طریقِ شمس پر کے اُس نقطہ کی طرف ضلالت کرتا (یعنی منصرف ہوتا) ہے جو سُورج کے پیچھے اُس سے ۹۰° پر ہو۔

(۲) ضلالت ایسے بدلتی ہے جیسے گزرِ زمین کی جیب۔

(۳) اگر کوئی ستارہ طریقِ شمس کے قطب پر واقع ہو (یعنی اُس کا عرض بلد ۹۰° کے مساوی ہو) تو وہ دورانِ سال میں اپنے اصلی مقام کے گرد ایک ایسے دائرہ میں گھومتا ہوا معلوم ہوگا جس کا زاویئی نصف قطر ۹ ۴۹ ۲۰ء" ہے۔

(۴) اگر کوئی ستارہ طریقِ شمس پر واقع ہو (یعنی اُس کا عرضِ بلد صفر ہو) تو وہ دورانِ سال میں طریقِ شمس پر ایک قوس میں سے اپنے اصلی محل کے ہر دو جانب بقدار ۹ ۴۹ ۲۰ء" اهتزاز کرتا ہوا معلوم ہوگا یعنی اُس کا کل سالانہ ہٹاؤ ۹ ۴۰ء" ہوگا۔

(۵) عام طور پر اگر کسی ستارہ کا عرض بلد ع ہو تو وہ دورانِ سال میں اپنے اصلی مقام (بطور مرکز) کے گرد ایک چھوٹا قطع ناقص بناتا ہوا معلوم ہوگا جس کا نیم محورِ اعظم ۹ ۴۹ ۲۰ء" طریقِ شمس کے متوازی ہوگا اور نیم محورِ اصغر ۹ ۴۹ ۲۰ء" جب ع ہوگا۔

طالب علم آسانی سے دیکھ سکتا ہے کہ مذکورۂ بالا نتائج سالانہ اختلافِ منظر کے نتائج سے بہت مختلف ہیں اگرچہ ان میں بعض باتیں مشابہ بھی ہیں۔ کسی ستارہ کا سالانہ اختلافِ منظر ہم سے اس کے فاصلہ پر موقوف ہے لیکن ضلالت کی قدر سب ستاروں کے لیے بلا لحاظ اُن کے فاصلوں کے یکساں ہے۔ نیز اُن ستاروں کی صورت میں جو آسمان کے اُسی حصہ میں ہوں جس میں سُورج ہے یا اس کے عین مقابل کے نقطہ پر ہوں سالانہ اختلافِ منظر صفر ہوتا ہے لیکن اس صورت میں ضلالت کی مقدار بڑی سے بڑی ہوتی ہے۔ نیز اختلافِ منظر کی وجہ سے جو ہٹاؤ پیدا ہو وہ سُورج کی جانب واقع ہوتا ہے اور ضلالت کی وجہ سے جو ہٹاؤ پیدا ہو وہ طریقِ شمس پر کے اُس نقطہ کی طرف واقع ہوتا ہے جو سُورج سے ۹۰° پیچھے ہو۔

۱۱۱ - سیاروں کی ضلالت ستاروں کی ضلالت سے قدرے اختلاف رکھتی ہے اول الذکر دو اسباب پر مبنی ہے: (۱) وہ ضلالت جو زمین کی رفتار پر مبنی ہے اور (۲) جو سیارہ کی اپنی رفتار پر مبنی ہے۔ اگر سیارہ کی حرکت زمین کی حرکت کے مساوی ہو اور اسی سمت میں عمل میں آئے تو ضلالت صفر ہوگی۔ عام طور پر ان دونوں اسباب کے باعث ضلالت کی کیا مقدار ہونی چاہیے آسانی کے ساتھ علٰحدہ علٰحدہ حساب کر لی جاسکتی ہے۔

چونکہ چاند کی رفتار زمین کے گرد بمقابلہ روشنی کی رفتار کے بہت کم ہے اس لیے ہم چاند کی ضلالت کو جو اس رفتار پر مبنی ہو صفر خیال کر سکتے ہیں، نہ زمین کی مداری حرکت سے ہی کچھ ضلالت واقع ہو سکتی ہے کیونکہ چاند بھی اس حرکت میں شریک ہے۔ اس لیے ہم چاند کی ضلالت کو تقریباً صفر تصور کر سکتے ہیں۔

ضلالت کا اکتشاف — ضلالت کا اکتشاف پہلے پہل بریڈلے نے کیا تھا جب کہ وہ ڈراکوئینس (تنّین) کے سالانہ اختلافِ منظر کی تحقیقات میں مصروف تھا۔ اُس نے دیکھا کہ اس ستارہ کے عرض بلد میں خفیف سالانہ تغیرات ہوتے ہیں۔ جن کی توجیہ جملہ معلومہ اسباب کے ذریعہ نہیں ہو سکتی تو بالآخر اُس نے متذکرۂ بالا طریقۂ استدلال اختیار کیا۔

۱۱۲ - یومیہ ضلالت — زمین کی محوری حرکت کی وجہ سے خطِ استوا پر کا ہر ایک نقطہ ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ میں ۲۵۰۰۰ میل کا چکر لگاتا ہے۔ اس کی شرح ۱/۳ میل فی سکنڈ ہے یعنی مدارِ ارض پر زمین کی رفتار کا ۱/۶۰ واں حصہ ہے۔ ظاہر ہے کہ اگر سطح زمین پر کا کوئی اور نقطہ لیا جائے جو خطِ استوا پر نہ ہو تو اس کی رفتار استوا پر کے نقطہ کی رفتار سے کم ہوگی۔

اس حرکت کی بنا پر جو ضلالت واقع ہوتی ہے اُس کو یومیہ ضلالت کہتے ہیں مگر ہم محوری حرکت کی متذکرۂ بالا رفتار کا مقابلہ روشنی کی رفتار کے ساتھ کرنے سے بآسانی دیکھ سکتے ہیں کہ یہ ضلالت تقریباً ناقابلِ لحاظ ہوگئی ہے۔

نواں باب

چاند

۱۱۳۔ سُورج کے بعد چاند ایک ایسا جرم ہے جو سب اجرامِ فلکی میں ہمارے لیے زیادہ اہمیت رکھتا ہے۔ مشرق سے مغرب کی طرف اس کی ظاہری یومیہ گردش کے علاوہ، جو اس کو زمین کی محوری گردش کی وجہ سے مثل دیگر اجرامِ فلک کے حاصل ہے یہ سُورج کے مانند ثابت ستاروں کے اندر سمتِ متقابل میں ایک اَور حرکت بھی رکھتا ہے جس کا پورا دَور یہ ۲۷ دن، ۷ گھنٹے ۴۳ منٹ میں مکمل کر لیتا ہے۔ جس طرح سُورج طریقِ شمس کا پورا چکر ایک سال میں لگا لیتا ہے اِسی طرح چاند ثابت ستاروں کے اندر سُورج سے ۱۳ گنا جلدی حرکت کرتا ہے۔ اِس کی یہ حرکت اتنی تیز ہے کہ دو تین گھنٹے کے قلیل عرصہ میں چمکدار ستاروں کے لحاظ سے اِس کے مقام کا تغیر بخوبی معلوم ہو سکتا ہے۔

کرۂ سماوی پر طریقِ قمر یعنی چاند کے راستہ کا نقشہ کھینچنے سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ ایک دائرۂ کبیرہ ہے جو طریقِ شمس کو ۵° ۹َ پر قطع کرتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ سیّاروں کی طرح یہ بھی ہمیشہ طریقِ شمس کے قریب ہی کہیں نہ کہیں پایا جاتا ہے اور اِس کا شمالی یا جنوبی عرضِ بلد کبھی ۵° ۹َ سے تجاوز نہیں کرتا۔

چاند جو بظاہر ثابت ستاروں کے اندر حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے اِس کی اصل وجہ یہ ہے کہ وہ اپنے مدار پر زمین کے گرد حرکت کرتا ہے۔ در اصل چاند زمین کا تابع ہے لیکن ہمیں یہ خیال نہیں کرنا چاہیے کہ چونکہ کرۂ سماوی پر اس کے مدار کا ظل

دائرہ کبیر ہے اس لیے یہ مدار بھی دائرہ ہے ۔ ایسا نہیں ہے ۔ ہم دیکھتے ہیں کہ سُورج کے مانند چاند کا فاصلہ بھی زمین سے ہمیشہ مستقل نہیں رہتا ۔ یہ نتیجہ اس بات پر مبنی ہے کہ اگر خردہ پیما سے مختلف اوقات پر اس کے زاویئی قطر کی پیمائش کی جائے تو معلوم ہوگا کہ اس میں دَوری تبدیلیاں واقع ہوتی رہتی ہیں جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ زمین سے اس کا فاصلہ بھی بدلتا رہتا ہے اور یہ فاصلہ بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جبکہ ظاہری قطر کم سے کم ہو اور برعکس ازیں چھوٹے سے چھوٹا اُس وقت ہوتا ہے جبکہ قطر بڑے سے بڑا ہو ۔ اس کا بڑے سے بڑا زاویئی قطر ۳۳½َ ہوتا ہے اور چھوٹے سے چھوٹا ۲۹½َ ، اِن کا اوسط ۳۱½َ ہے یعنی نصف درجہ سے کچھ زیادہ ۔ زاویئی قطر کی اِن تبدیلیوں سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ (۱) زمین کے گرد چاند کا مدار تقریباً ناقص کی شکل کا ہے جس کے ایک ماسکہ پر زمین کا مرکز واقع ہے ۔ نیز (۲) زمین اور چاند کے مرکزوں کو ملانے والا نیم قطر سمتی مساوی وقتوں میں مساوی رقبے طے کرتا ہے ۔

اِس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ ثابت ستاروں کے اندر چاند کی رفتار بھی یکساں نہیں ہونی چاہیے اور در اصل ہے بھی یہی ۔ اِس کی رفتار ۳۳َ ۴۰ً فی گھنٹہ (بڑی سے بڑی) سے لے کر ۲۷َ فی گھنٹہ (چھوٹی سے چھوٹی) تک بدلتی ہے اور اس کی اوسط رفتار فی گھنٹہ ۳۲َ ۵۶ً ہے اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ چاند ثابت ستاروں کے اندر ایک گھنٹہ میں اپنے قطر کے تقریباً مساوی قوس طے کرتا ہے ۔

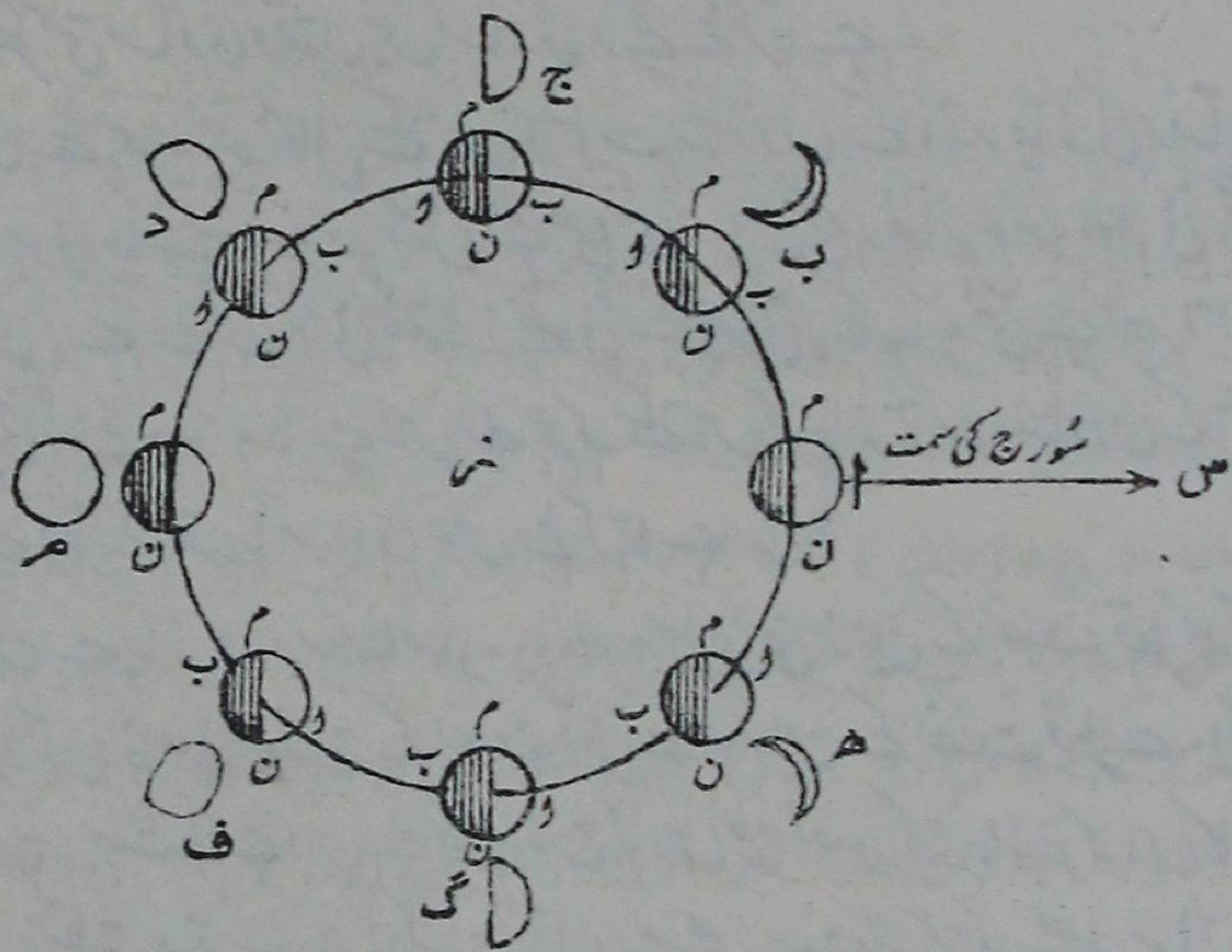
زمین سے چاند کا اوسط فاصلہ ۲۳۸۰۰۰ میل یعنی زمین کے نصف قطر کا تقریباً ۶۰ گنا ہے ۔ چونکہ یہ فاصلہ سُورج کے نصف قطر سے جو زمین کے نصف قطر سے ۱۱۰ گنا ہے (دیکھو دفعہ ۴۴) بہت کم ہے اس لیے اگر سورج کو اس طرح تصور کیا جائے کہ اس کا مرکز زمین کے مرکز پر منطبق ہو تو سورج کی کمیت چاند سے بھی بہت آگے تک پھیلی ہوئی رہیگی ۔ اِس امر پر غور کرنے سے اُس جرم (سُورج) کی کمیت اور جسامت کا ایک گونہ اندازہ ہو سکتا ہے ، جو ہمارے نظام کا مرکز ہے ۔

چاند کی ھیئتیں

۱۱۴ ۔ آسمان پر سب سے زیادہ دلکش منظر شاید وہ تبدیلیاں ہیں جو چاند کی منور سطح کے مرئی حصہ میں واقع ہوتی رہتی ہیں جب کہ یہ زمین کے گرد اپنے مدار پر حرکت ،

کرتا ہے۔ اس کی اِن ظاہری شکلوں کو اس کی ہیئتیں کہتے ہیں۔ اِن سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ چاند ایک غیر شفاف جرم ہے جو سُورج سے کسبِ نور کرتا ہے۔ چونکہ وقتِ واحد میں چاند کی سطح کا صرف وہ نصف حصّہ ہی منور ہو سکتا ہے جو آفتاب کے سامنے ہوتا ہے اس لیے اس منور سطح کا جو حصّہ کوئی شخص مشاہدہ کر سکتا ہے اس میں سُورج، زمین اور چاند کی اضافی وضعوں کے لحاظ سے مسلسل تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔

فرض کرو کہ (شکل ۶۲ میں) ا ج ھ د چاند کا مدار ہے۔ ز زمین ہے اور س سُورج کی سمت ہے۔ اِس شکل میں چاند کے جو آٹھ محل دکھائے گئے ہیں ان سب میں خط م ن جو سمتِ شمسی پر عمود ہے منور حصّہ کو غیر منور حصّہ سے جدا کرتا ہے اور



شکل ۶۲

چونکہ سُورج اس قدر دُور و دراز فاصلہ پر ہے اس لیے م ن سب جگہ ایک دوسرے کے متوازی کھینچے گئے ہیں۔ خط ا ب چاند کو اُن دو حصّوں میں تقسیم کرتا ہے جن میں سے ایک کا رُخ مشاہدہ کنندہ کے سامنے کو ہے اور دوسرا اوجھل ہے۔

جب چاند اقتران میں ہو جیسا کہ ا پر، تو اس وقت اس کا جو حصّہ زمین کے

سامنے ہوتا ہے وہ تاریک ہوتا ہے۔ اس محل میں چاند مشاہدہ کنندہ کو بالکل دکھائی نہیں دیتا۔ اس حالت میں اس کو محاق یا اماوس کہتے ہیں۔

اس کے چار یا پانچ دن بعد جب کہ چاند ب پر پہنچ جاتا ہے تو مشاہدہ کنندہ کو اس کی منور سطح کا نہایت قلیل حصہ دکھائی دیتا ہے جو سورج کے غروب ہونے کے بعد آسمان پر باریک ہلال کی شکل میں نظر آتا ہے۔

جب چاند ج پر یعنی سورج سے ۹۰° کے فاصلہ پر ہو تو اس وقت یہ محلِ تربیع میں ہوگا اور آسمان پر منور نصف دائرہ کی شکل میں دکھائی دیگا۔ اس کیفیت کو چاند کی پہلی تربیع کہتے ہیں اور خود چاند کی نسبت کہا جاتا ہے کہ اس کی تنصیف ہوگئی۔

مقام د پر چاند مقبّب یا محدّب ہوتا ہے اور جب یہ مقابلہ میں ہوتا ہے جیسے ھ پر جہاں کہ یہ اقتران کے تقریباً ۱۵ دن بعد پہنچتا ہے تو اس کی کل منور سطح کا رُخ ہماری طرف ہوتا ہے اور یہ آسمان پر ایک مکمل مستدیر قرص کی شکل میں دکھائی دیتا ہے۔ اس ہیئت میں اس کو بدر یا پورا چاند کہتے ہیں۔

بدر کے بعد یہ سب ہیئتیں ترتیبِ مقلوب میں عود کرتی ہیں۔ حتیٰ کہ چاند گ پر پھر محلِ تربیع میں آجاتا ہے۔ اس کو تیسری تربیع کہتے ہیں۔ بالآخر یہ آ پر پہنچ کر پھر محلِ اقتران میں آجاتا ہے۔

اقتران یا مقابلہ کے محلوں پر کہا جاتا ہے کہ چاند سد ھاؤ کی حالت میں ہے۔ ظاہر ہے کہ جب چاند محلِ اقتران میں ہو تو سورج سے اِس کا ابتعاد ۰° ہوتا ہے اور جب یہ محلِ مقابلہ میں ہو تو ابتعاد ۱۸۰° ہوتا ہے۔ تربیع کے وقت جب کہ یہ رُبع اول میں ہو تو اِس کا ابتعاد ۹۰° ہوتا ہے اور تیسرے ربع کے وقت ۲۷۰°۔

تعریفیں

(۱) چاند کو ثابت ستاروں کے لحاظ سے ایک دَور کو پورا کرنے میں جو وقفہ لگتا ہے اُس کو اِس کی دَوری مدت یا کوکبی دَور کہتے ہیں۔ یہ عرصہ ۲۷ دن ۷ گھنٹے ۴۳ منٹ ہوتا ہے۔

(۲) دو مسلسل اقترانوں یا مقابلوں کا درمیانی وقفہ یا بالفاظِ دیگر وہ مدت

جو سُورج کے لحاظ سے ایک دَور کی تکمیل میں صَرف ہوتی ہے اس کو چاند کا دَورِ اقترانی یا قمریہ کہتے ہیں - یہ مدت $\frac{1}{2}$ ۲۹ دن یا زیادہ صحیح طور پر ۲۹٫۵۳۰۵۸۷ دن ہے -

ظاہر ہے کہ اگر سُورج طریقِ شمس پر بظاہر حرکت نہ کرتا تو کوکبی اور اجتماعی دَور دونوں بعینہٖ وہی ہوتے یعنی دو متصل بدروں میں بجائے $\frac{1}{2}$ ۲۹ دن کے ۲۷ دن ، ۷ گھنٹے کا وقفہ ہوتا - لیکن در اصل جب عرصہ میں چاند زمین کے گرد اپنی گردش کی تکمیل کر رہا ہوتا ہے (جو یہ ۲۷ دن ، ۷ گھنٹے میں کرتا ہے) تو سُورج طریقِ شمس پر اُسی سمت میں سرسری طور پر °۱ روزانہ کی شرح سے ، °۲۷ کی قوس میں سے آگے نکل جاتا ہے اور چاند کو زمین اور سُورج کے لحاظ سے وہی محل اختیار کرنے میں دو دن کی مزید مدت درکار ہوتی ہے - سابقہ شکل میں جہاں چاند کی ہیئتوں کی توضیح کی گئی ہے ہم نے سہولتِ تفہیم کی غرض سے سُورج اور زمین کو ثابت اور چاند کی رفتار کو سُورج کے لحاظ سے اضافی رفتار کے مساوی فرض کیا ہے جس کی رُو سے یہ پوری گردش کی تکمیل $\frac{1}{2}$ ۲۹ دن میں کرتا ہے -

چاند کے اقترانی دَور کی تعیین

۱۱۵ — ہم جانتے ہیں کہ جب چاند کو گہن لگتا ہے تو یہ لازمی طور پر محلِ مقابلہ میں ہوتا ہے - اس لیے اگر ہم دو گہنوں کے وسطوں کی درمیانی مدت کو ٹھیک ٹھیک مشاہدہ کر لیں اور اسے اس عرصہ کے اقترانی دَوروں کی تعداد پر تقسیم کر دیں تو ہمیں ایک اقترانی دَور یا قمریہ کی مدت حاصل ہو جائیگی -

قمریہ کی اوسط مدت نہایت صحت کے ساتھ زمانۂ قدیم کے گہنوں کی تاریخوں سے بخوبی معلوم ہو سکتی ہے - گہنوں کے قدیم ترین مشاہدات جن کا صحیح اور قابلِ اعتبار ذکر موجود ہے شہر بابل میں ۲۰ ، ۷ اور ۱۹ ، ۷ سال قبل مسیح حاصل کیے گئے تھے - ان میں سے کسی ایک گہن سے لے کر موجودہ زمانہ کے کسی گہن تک قمروں کی تعداد معلوم ہے اس لیے ہم ایک طویل عرصہ کے مشاہدوں کے لحاظ سے قمریہ کی اوسط مدت محسوب کر سکتے ہیں -

چاند کے کوکبی دَور کی تعیین

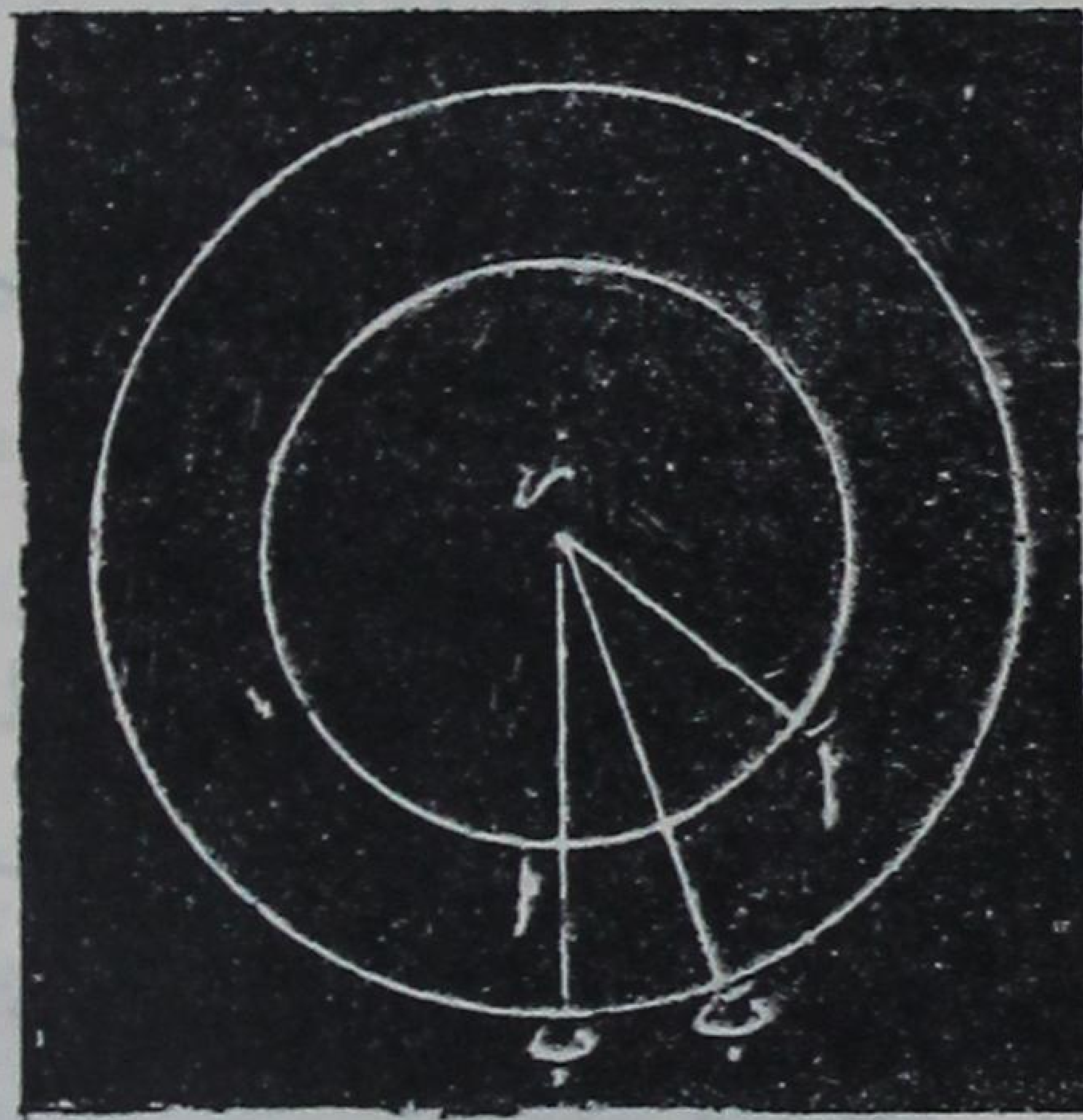
۱۱۶ - جب چاند کا اقترانی دَور معلوم ہوگیا تو ہم اس کا کوکبی دَور یا دوری وقت اُسی طرح معلوم کر سکتے ہیں جس طرح کہ سیارہ کا کوکبی دَور دریافت کیا جاتا ہے (دیکھو دفعہ ۶۷)
شکل ۶۳ میں ز زمین ہے، اندرونی دائرہ چاند کا مدار ہے اور بیرونی دائرہ زمین کے گرد سورج کے ظاہری مدار کو تعبیر کرتا ہے۔ ا اور ب محلِ اقتران میں بالترتیب چاند اور سورج کے مقام ہیں، اور اَ اور بَ اقتران کے ایک روز بعد ان کے مقام ہیں۔

فرض کرو کہ

س = زمین کے گرد آفتاب کی ظاہری گردش کا دَور = ۳۶۵ ¼ یوم

ک = چاند کا کوکبی دَور یا دَوری مدت

ت = دو متصل اقترانوں کا درمیانی وقفہ = ۲۹ ½ یوم



شکل ۶۳

∴ $\frac{۳۶۰}{ک}$ = ∠ جو چاند ایک دن میں بناتا ہے = ∠ ا ز اَ

$\frac{۳۶۰}{س}$ = ∠ جو سورج ایک دن میں بناتا ہے = ∠ ب ز بَ

∴ $\frac{۳۶۰}{ک} - \frac{۳۶۰}{س}$ = ∠ جو چاند سُورج سے ایک دن میں آگے بڑھ جاتا ہے = ∠ ب ن م م

لیکن $\frac{۳۶۰}{ت}$ بھی = ∠ جو چاند سُورج سے ایک دن میں آگے بڑھ جاتا ہے۔

$$\therefore \quad \frac{۳۶۰}{ک} - \frac{۳۶۰}{س} = \frac{۳۶۰}{ت}$$

$$\therefore \quad \frac{۱}{ک} - \frac{۱}{س} = \frac{۱}{ت}$$

یعنی $\frac{۱}{ک} - \frac{۱}{۳۶۵٫۲۵} = \frac{۱}{۲۹٫۵}$

اِسے حل کرنے سے کوکبی دَور کی قیمت تقریباً ۲۷ دن ۷ گھنٹے بر آمد ہوتی ہے۔

چاند کے کوکبی دَور کی زیادہ صحیح قیمت ۲۷ یوم ۷ گھنٹے ۴۳ منٹ ۱۱ سکنڈ ہے اور اقترانی دَور (قمری دَور) کی ۲۹٫۵۳۰۵۸۸۷ یوم ہے۔

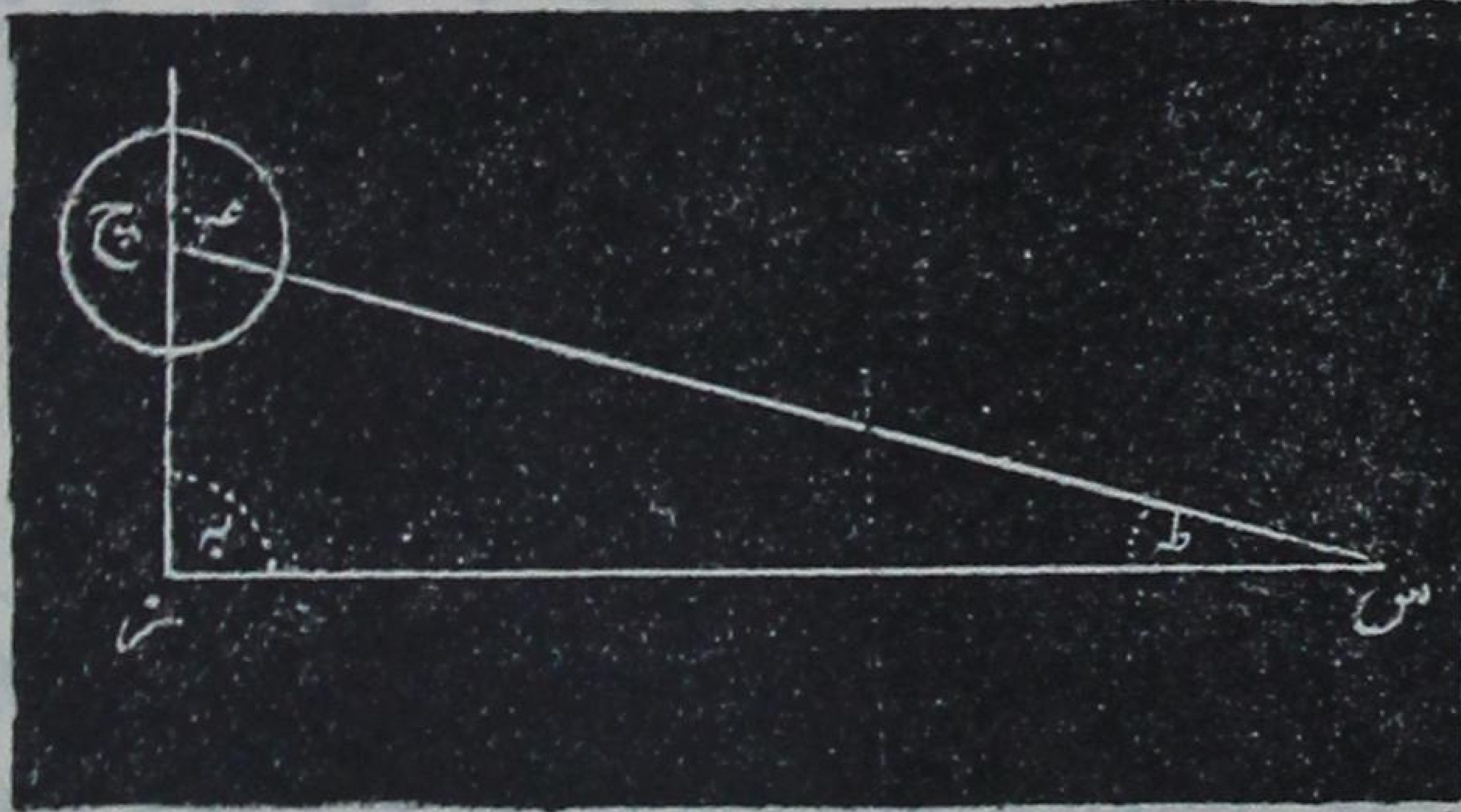
میٹون کا دَور

۱۱۷ - ۴۳۳ سال قبل از مسیح پہلے پہل میٹون نے یہ معلوم کیا کہ ۱۹ سال میں دنوں کی جو تعداد ہوتی ہے وہ ایک قمری دَور کا قریب قریب پورا ضعف ہوتی ہے، کیونکہ ۶۹۳۹٫۷۵ = ۱۹ × ۳۶۵٫۲۵ اور ۶۹۳۹٫۶۸۸ = ۲۳۵ × ۲۹٫۵۳۰۵۸۸۷۔
پس ہر ۱۹ سال میں تقریباً پورے ۲۳۵ قمری دَور ہوتے ہیں۔ اس لیے ہر ۱۹ سال کے بعد سُورج اور چاند دونوں ثابت ستاروں کے لحاظ سے مکرر اپنی سابقہ وضع میں آجاتے ہیں لہٰذا چاند کی تمام ہیئتیں مہینہ کی اُنھیں تاریخوں پر پھر واقع ہوتی ہیں جن پر کہ ۱۹ سال پہلے واقع ہوئی تھیں۔ فرق صرف اس قدر ہوتا ہے کہ یہ ہیئتیں تقریباً ایک گھنٹہ قبل واقع ہوتی ہیں۔ اس دَور کو میٹون کا دَور کہتے ہیں۔ میٹون کے دَور کا انکشاف معتدبہ اہمیت رکھتا ہے کیونکہ اس کی مدد سے بدر کی تاریخیں وغیرہ حساب

لگانے کے بغیر پیش از پیش بتائی جا سکتی ہیں - اس کا استعمال زیادہ تر یہ معلوم کرنے کے لیے کیا جاتا ہے کہ ایسٹر کا جشن، جو ہر سال ۲۱ مارچ کے بعد کے پہلے پورے چاند کے متعاقب اتوار کو منایا جاتا ہے کسی خاص سال میں کس تاریخ کو واقع ہوتا ہے۔ اس وجہ سے ۱ سے ۱۹ تک کے ۱۹ عددوں کو طلائی اعداد کہتے ہیں - کسی خاص سال کے طلائی عدد سے مراد وہ فاضل عدد ہے جو سنہ کے عدد میں ایک اضافہ کر کے اس کو ۱۹ پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے مثلاً سنہ ۱۹۰۱ء کے لیے طلائی عدد ۲ ہے کیونکہ سنہ ۱۹۰۲ء کو ۱۹ پر تقسیم کرنے سے ۲ باقی بچتا ہے - اگر باقی کچھ نہ بچے تو ۱۹ ہی کو طلائی عدد سمجھا جاتا ہے -

چاند کی منور سطح کا مرئی رقبہ

۱۱۸ - جس طرح سیاروں کے متعلق پیش ازیں (دیکھو دفعہ ۶۲) بتایا جا چکا ہے بعینہٖ اسی طرح چاند کے متعلق بھی ثابت کیا جا سکتا ہے کہ اس کی منور سطح کا مرئی رقبہ جو زمین کے سامنے ہوتا ہے وہ اس خارجی زاویہ کی سہم الجیب کے متناسب ہوتا ہے جو زمین اور سورج کے محاذی چاند پر بنتا ہے - مثلاً اگر (شکل ۶۴) میں چ چاند ہو، ز زمین ہو اور س سورج ہو تو چاند پر کا خارجی زاویہ عہ ہے اس لیے مرئی رقبہ ایسے بدلتا ہے جیسے سہم الجیب عہ، لیکن (اقلیدس م ۱، ش ۳۲) عہ = بہ + طہ - جہاں بہ چاند کا زاویۂ ابتعاد ہے سورج سے - زاویہ عہ تقریباً بہ کے مساوی ہے پس کیونکہ چاند بمقابلہ سورج کے زمین سے بہت نزدیک ہونے کی وجہ سے زاویہ طہ ہمیشہ بہت چھوٹا ہوتا ہے چنانچہ اس کی قیمت کبھی ۱۰' سے زائد نہیں ہوتی - پس مرئی رقبہ تقریباً ایسے بدلتا ہے جیسے سہم الجیب بہ۔



شکل ۶۴

ظاہر ہے کہ یہ تقریبی عمل سیاروں کی صورت میں درست نہیں کیونکہ سیارہ کا فاصلہ چاند کے فاصلہ کے مقابلہ میں اس قدر بڑا ہوتا ہے کہ ہم زاویہ طہ کو نظر انداز نہیں کر سکتے۔

۱۱۹- زمین تاب — ظاہر ہے کہ اگر زمین کو چاند پر سے دیکھا جاسکے تو زمین بھی اُسی قسم کی ہیئتوں میں سے گزرتی ہوئی معلوم ہوگی جن میں سے (زمین پر سے دیکھنے والوں کو) چاند گزرتا ہُوا معلوم ہوتا ہے۔ لیکن ان ہیئتوں کی ترتیب اُلٹی ہوگی۔ اماوس کے وقت اگر زمین کو چاند پر سے مشاہدہ کیا جائے تو یہ پوری روشن (یعنی حالت بدر میں دکھائی دیگی۔ جب چاند ہمیں ہلال کی شکل میں دکھائی دیتا ہے اُس وقت زمین مقبّب نظر آئیگی اس کے برعکس جب چاند مقبّب ہو تو زمین ہلال نظر آئیگی۔ اس امر سے اُس منظر کی وجہ بخوبی سمجھ میں آجائیگی جسے ہر ایک شخص نے مشاہدہ کیا ہوگا یعنی یہ کہ جب چاند آسمان پر ایک باریک ہلال کی شکل میں دکھائی دیتا ہے تو اس کی سطح کا باقی حصّہ مدّھم روشنی سے چمکتا ہوا نظر آتا ہے یہ روشنی دراصل زمین سے چاند پر پڑتی ہے اور پھر وہاں سے منعکس ہوکر زمین تک پہنچتی ہے۔

چاند کی تنصیف کے مشاہدہ سے سُورج کے فاصلہ کی تعیین

۱۲۰- باب ہفتم میں ہم بہت سے مختلف طریقے بیان کرچکے ہیں جن سے کہ سُورج کا فاصلہ محسوب کیا جاتا ہے۔ اِن کے علاوہ ایک اَور طریقہ بھی ہے جس سے اگرچہ اِس درجہ صحت کی توقع نہیں کی جاسکتی لیکن تاریخی نقطۂ نگاہ سے یہ طریقہ خاص اہمیت رکھتا ہے کیونکہ اسے ارسطارخس نے پہلے پہل ۲۸۰ء قبل از مسیح میں اسکندریہ میں استعمال کیا تھا، سُورج کا فاصلہ معلوم کرنے کے لیے غالباً یہ پہلی کوشش تھی۔

جب چاند کی تنصیف ہوجائے تو سُورج سے چاند کا زاویۂ ابتعاد. (شکل ۶۲) مشاہدہ کرلیا جاتا ہے۔ یعنی جب ∠ س چ ز = ۹۰°

$$\text{جم به} = \frac{\text{ز چ}}{\text{ز س}}$$

چونکہ یہ معلوم ہوتا ہے اس لیے چاند کے فاصلہ کی نسبت سُورج کے فاصلہ کے ساتھ معلوم ہوجاتی ہے اور اس سے اگر چاند کا فاصلہ معلوم ہو تو سُورج کا فاصلہ محسوب ہوسکتا ہے۔

اِس طریقہ سے صحیح نتائج معلوم کرنا ممکن نہیں کیونکہ چاند کی سطح کی عدم ہمواری کی وجہ سے وہ خطِ فاصل جو اِس کے تاریک حصّہ کو روشن حصّہ سے جدا کرتا ہے وہ دوربین میں سے دیکھنے سے بہت غیر مسلسل معلوم ہوتا ہے اس لیے مشاہدہ کنندہ نہیں بتا سکتا کہ ٹھیک کس وقت چاند کی تنصیف ہوتی ہے ۔ طریقہ ہذا کو استعمال کرنے سے ارسطارخس اس نتیجہ پر پہنچا کہ سورج چاند کی نسبت ۱۹ گنا دُور ہے زمانۂ حال کے مشاہدوں سے یہ معلوم ہو چکا ہے کہ سُورج چاند کی نسبت ۴۰۰ گنا فاصلہ پر ہے ۔

چاند محور کے گرد حرکت کرتا ھے

۱۲۱ ۔ چاند کے متعلق یہ ایک قابلِ ذکر بات ہے کہ یہ تقریباً ہمیشہ ایک ہی رُخ مشاہدہ کنندہ کی طرف رکھتا ہے ۔ پہاڑ اور دیگر نشانات جو اس کی سطح پر دکھائی دیتے ہیں وہ اس کے قرص کے محیط اور نیز اس کے مدار کی سطحِ مستوی کے لحاظ سے تقریباً ایک ہی وضع میں رہتے ہیں ۔ اس امر واقع سے نتائجِ ذیل مستنبط ہوتے ہیں :-

(۱) چاند اپنے محور کے گرد حرکت کرتا ہے اور محور مدار کی سطح مستوی پر تقریباً عمود وار رہتا ہے ۔

(۲) محور کے گرد اس کی ایک گردش کی مدت مساوی ہے اُس وقت کے جو اِسے زمین کے گرد ایک دورہ لگانے میں صرف ہوتا ہے یعنی ۲۷ دن ۷ گھنٹے ۔ ابتداءً ممکن ہے کہ مبتدی کو یہ خیال پیدا ہو کہ چونکہ چاند کا ایک ہی رُوخ ہمیشہ زمین کے سامنے رہتا ہے اس لیے چاند اپنے محور کے گرد حرکت نہیں کرتا ۔ ذیل کی مثال سے واضح ہو گا کہ یہ خیال بالکل غلط ہے :- طالبِ علم اپنے کمرے کے عین بیچ میں ایک لیمپ یا کوئی اور چیز رکھے اور اس کے گرد ایک دائرہ میں اس طرح حرکت کرے کہ اس کا مُنہ ہمیشہ لیمپ کی طرف رہے ۔ فرض کرو کہ حرکت کرنے سے پہلے اس کا مُنہ شمال کی طرف ہے ، اب جیسے جیسے وہ حرکت کرتا جاتا ہے اُس کا مُنہ سلسلہ وار جملہ جہات کی طرف ہوتا جاتا ہے چنانچہ جب وہ نصف دائرہ طے کر چکتا ہے تو اُس کا مُنہ بجائے شمال کے جنوب کی طرف ہو جاتا ہے اور نصف دائرہ اَور طے کرنے کے بعد اُس کا مُنہ پھر شمال کی سمت میں آجاتا ہے بالفاظِ دیگر اپنے مُنہ کو ہمیشہ لیمپ کی طرف رکھنے کے لیے اُسے ہر ایک چکر میں

اپنے جسم کو ۳۶۰° میں گھمانا پڑتا ہے - زمین کے گرد چاند کی حرکت بھی بعینہٖ اسی طرح کی ہے -

تمایلِ قمر - عرض بلد کا تمایل

۱۲۲ - چاند کا محور اس کے مدار کی سطح مستوی پر پُورے طور پر عمود وار نہیں ہے بلکہ اِس کے ساتھ ½ ۸۳° کا یعنی عمود کے ساتھ ½ ۶° زاویہ بناتا ہے - اِس لیے جب چاند زمین کے گرد گھومتا ہے تو یکے بعد دیگرے اس کے قطبِ شمالی اور قطبِ جنوبی کا رُخ خفیف سا مُشاہدہ کنندہ کی طرف یا اس کے مخالف سمت میں ہوتا رہتا ہے - اس کے مدار کے ایک حصّہ پر ہم قطبِ شمالی کے ½ ۶° پرے تک دیکھتے ہیں اور دوسرے وقت قطبِ جنوبی سے ½ ۶° پرے تک دیکھتے ہیں - اِس منظر کو عرضِ بلد کا تمایل کہتے ہیں -

طول بلد کا تمایل

ہم دیکھ چکے ہیں کہ چاند کی محوری حرکت کی مدت زمین کے گرد اس کی حرکت کی مدت کے مساوی ہے لیکن زمین کے گرد اس کی حرکت یکساں نہیں رہتی اس لیے کہ اس کا مدار بشکل قطعِ ناقص ہونے کی وجہ سے زمین سے اِس کا فاصلہ مستقل نہیں رہتا مگر اِس کی محوری مدت یکساں رہتی ہے - اِس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اگرچہ ہر دو قسم کی گردشوں کی تکمیل کی مدتیں مساوی ہیں لیکن با ایں ہمہ ایک وقت میں تو ہم اس کی شرقی جانب کا کچھ زیادہ حصّہ دیکھ سکتے ہیں اور دوسرے وقت میں اس کی غربی جانب کا کچھ زیادہ حصّہ مشاہدہ کر سکتے ہیں - اس کو طولِ بلد کا تمایل کہتے ہیں - اس کی بڑی سے بڑی مقدار ۷° ۴۵ہے -

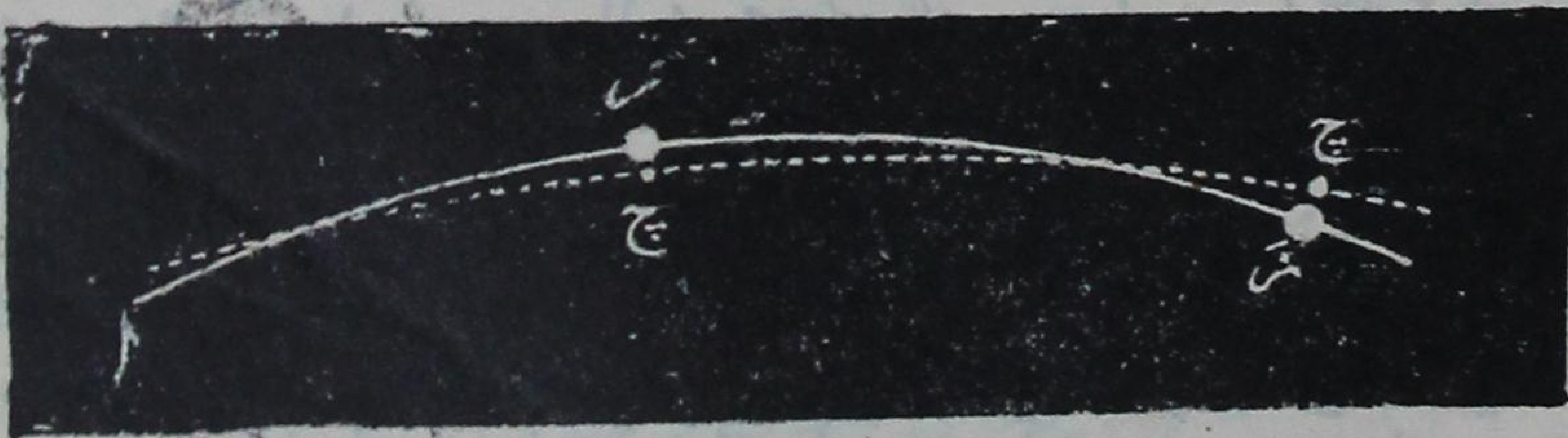
یومیہ تمایل

علاوہ ازیں ایک اَور قسم کا تمایل بھی ہے جسے یومیہ تمایل کہتے ہیں جو در اصل اختلاف منظر کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے - چاند کے طلوع ہونے سے غروب ہونے تک زمین کی گردش کی وجہ سے مشاہدہ کنندہ اپنے مقامِ مشاہدہ کو بدل لیتا ہے اس لیے اِس اثناء میں ہمیشہ چاند کا وہی رُخ اِس کے سامنے نہیں رہتا - جب چاند مشرق میں طلوع کرتا ہے تو مشاہدہ کنندہ کو اِس کے اُس حصہ کی نسبت جو

چاند کے نصف النہار پر پہنچنے کے وقت اس کے سامنے ہوتا ہے قدرے زیادہ غربی حصہ دکھائی دیتا ہے اور جب یہ مغرب میں غروب ہوتا ہے تو اس کا قدرے زیادہ شرقی حصہ نظر آتا ہے۔ اس طرح مجموعی طور پر ہم چاند کے نصف کی بجائے اس کا تقریباً ۵۹ فی صدی حصہ دیکھ سکتے ہیں۔

چاند کا راستہ سورج کے گرد

۱۲۳- ہم دیکھ چکے ہیں کہ زمین کے لحاظ سے چاند کا جو راستہ ہے اس کی شکل قطع ناقص کی ہے لیکن چونکہ زمین کی مداری حرکت کے دوران میں یہ بھی زمین کے ساتھ ساتھ چلتا ہوا سورج کے گرد چکر لگاتا ہے اس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ سورج کے گرد ہمارے چاند کا راستہ دراصل دو حرکتوں کا مرکب ہے جن میں سے ایک زمین کے گرد اس کی ماہانہ حرکت ہے اور دوسری سورج کے گرد اس کی سالانہ حرکت ہے۔ اگر ہم اس چھوٹے سے زاویہ کو نظر انداز کر دیں جو اس کا مدار طریق شمس کے ساتھ بناتا ہے اور دونوں کو ایک ہی سطح مستوی میں تصور کر لیں تو چاند کے راستہ کو ذیل کی شکل میں نقطہ دار خط سے تعبیر کیا جا سکتا ہے جو بالتبادل مدارِ ارض کے اندر اور باہر واقع ہوتا ہے اور سال بھر میں اسے تقریباً ۲۵ مرتبہ عبور کرتا ہے۔ شکل ہذا میں چ چاند کو اور ز زمین کو اماوس کے وقت تعبیر کرتے ہیں۔ اسی طرح تقریباً ۱۵ دن کے وقفہ کے بعد پورے چاند کے موقع پر چ اور ز بالترتیب زمین اور چاند کے مقامات کو تعبیر کرتے ہیں۔ یہ امر قابلِ ذکر ہے کہ چاند کا راستہ سورج کے رخ پر ہمیشہ مقعر رہتا ہے۔



شکل ۶۵

گرما کی نسبت سرما میں چاندنی زیادہ دیر تک رہتی ہے

چونکہ پورا چاند مقابلہ کے وقت ہی ہو سکتا ہے اس لیے اس وقت اس کا مقام آسمان پر سورج کے عین مقابل جانب ہوتا ہے پس وسطِ گرما میں جب کہ سورج کا میل شمالی ہوتا ہے تو پورے چاند کا میل اس کے مساوی اور جنوبی ہوتا ہے اور اس لیے یہ مقابلۃً کم عرصہ اُفق کے اُوپر رہتا ہے (دیکھو دفعہ ۲۰)۔ برعکس اس کے سرما میں حالات اس کے عین متضاد ہوتے ہیں یعنی سورج کا میل جنوبی ہوتا ہے اور چاند کا شمالی، اس لیے سرما میں چاند مقابلۃً زیادہ دیر تک اُفق کے اُوپر رہتا ہے۔ یہ عین اُس وقت واقع ہوتا ہے جب کہ دن چھوٹے ہوتے ہیں اور ہمیں روشنی کی زیادہ ضرورت ہوتی ہے۔

چاند کا ابطاء

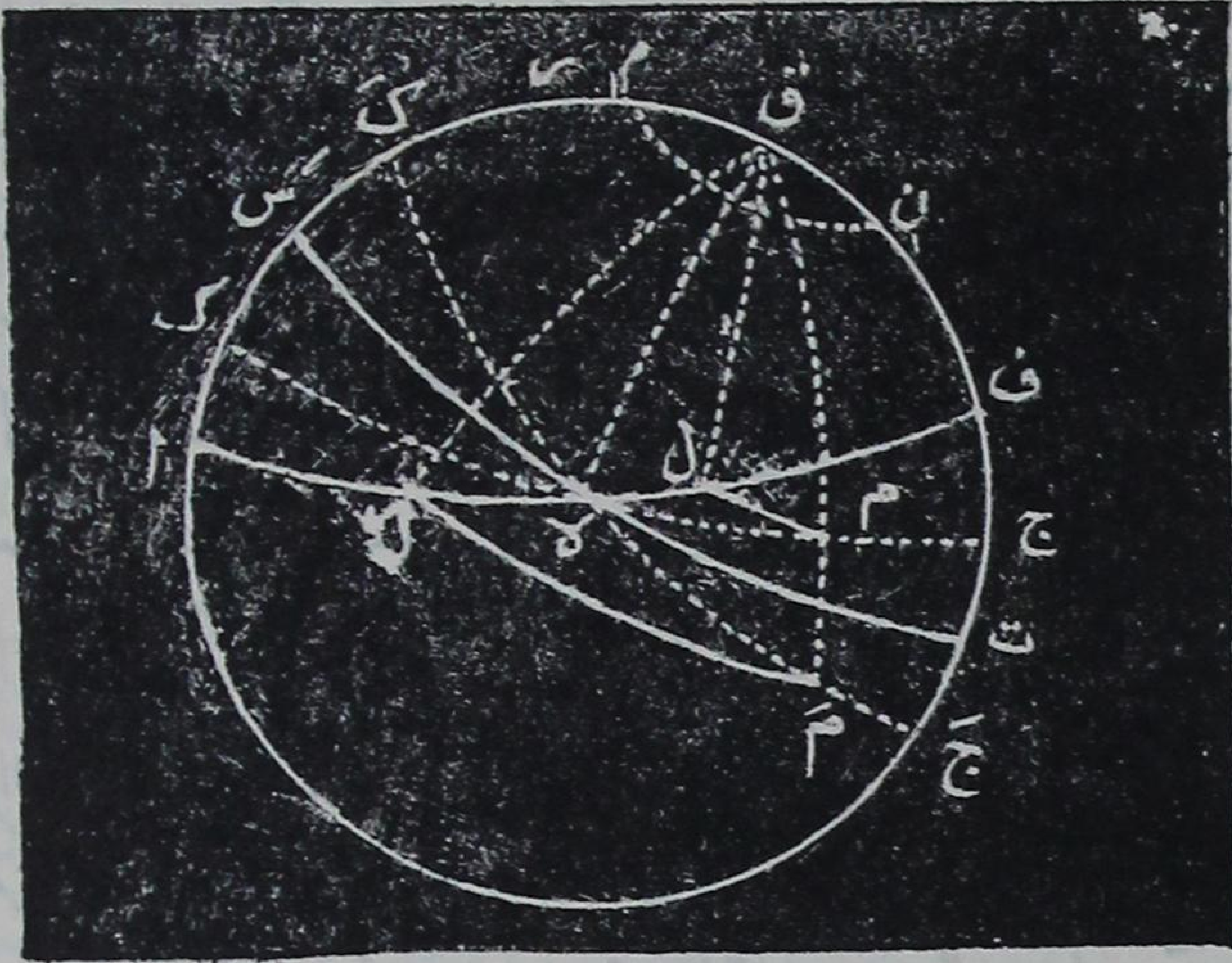
۱۲۴ - چاند بلحاظ سورج کے مغرب سے مشرق کی طرف ۲۹½ دنوں میں ۳۶۰° میں سے حرکت کرتا ہے یعنی روزانہ بالاوسط ۱۲½° حرکت کرتا ہے۔ اس لیے ہر شب کو اس کے طلوع میں بالاوسط ۵۰ منٹ کی تاخیر ہوتی جاتی ہے۔* مگر یاد رہے کہ دورانِ سال میں طلوع قمر کا یہ ابطاء قطعاً یکساں نہیں رہتا۔ اس کی قیمت اگھنٹہ ۱۶ منٹ سے لے کر ۱۷ منٹ تک بدلتی ہے۔

فصلی چاند

۱۲۵ - یہ دیکھا گیا ہے کہ اعتدالِ خریف کے قریب ترین بدر کے بعد اس کے طلوع میں جو تاخیر ہوتی ہے وہ سال بھر میں کسی اور بدر کے بعد کے طلوع کی تاخیر سے کم ہوتی ہے۔ اس لیے اعتدالِ خریف کے وقت جب پورا چاند حسبِ معمول غروبِ آفتاب کے وقت نمودار ہوتا ہے تو اس کے بعد بھی کئی راتوں تک غروب آفتاب کے کچھ ہی دیر بعد چاند طلوع ہوتا رہتا ہے۔ چونکہ اس موقع پر کسان اپنی فصلیں اکٹھی کرتے ہیں اس لیے

* چونکہ ۱۵° ایک گھنٹہ کے مساوی ہوتے ہیں اس لیے ۱۲½°، ۵۰ منٹ کے مساوی ہوئے۔

چاند کا جلد جلد طلوع ہونا اُن کے حق میں بہت مفید ہوتا ہے کیونکہ وہ اس کی مدد سے رات کا کچھ حصّہ بھی کام میں صَرف کر سکتے ہیں۔ ان وجوہ کی بنا پر اس کو فصلی چاند کہتے ہیں۔



شکل ۶۵ م

اس منظر کی مزید توضیح کے لیے ہم یہ فرض کر لیتے ہیں کہ چاند کا راستہ طریق شمس کے ساتھ کچھ میلان نہیں رکھتا بلکہ اسی پر منطبق ہے اور نیز چاند طریق شمس پر ۱۳½° روزانہ کی یکساں رفتار سے حرکت کرتا ہے (۳۶۰°، ۲۷ دن، ۷ گھنٹے میں)۔ یہ امر بھی قابلِ ذکر ہے کہ اجرامِ فلکی کی ظاہری یومیہ گردش کی وجہ سے وہ زاویہ جس پر طریق شمس اُفق کو قطع کرتا ہے ہمیشہ بدلتا رہتا ہے اور اس کی بڑی سے بڑی اور چھوٹی سے چھوٹی قیمتیں بالترتیب عرض التمام + ۲۳° ۲۸′ اور عرض التمام - ۲۳° ۲۸′ ہوتی ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ طریق شمس کا قطب جو اپنی یومیہ حرکت میں قطبِ سماوی کے گرد ۲۳° ۲۸′ کے زاویئی نصف قطر کا ایک چھوٹا دائرہ م ن بناتا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۶۵ ا) وہ مقام م پر راسی نقطہ کے قریب ترین اُس وقت ہوتا ہے جب کہ س م = س ق - ق م = عرض التمام - ۲۳° ۲۸′ اور مقام ن پر راسی نقطہ سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر اُس وقت ہوتا ہے جب کہ س ن،

= عرض التمام + ۲۳° ۲۸' پس طریقِ شمس اور اُفق کا درمیانی زاویہ (جو ہمیشہ ان کے قطبوں کے زاویئی فاصلوں کے مساوی ہوتا ہے) بھی اہنی حدود کے اندر بدلیگا۔ اس کی کم سے کم قیمت اُس وقت ہوتی ہے جب کہ راس الحمل ♈ نقطۂ شرقی لا پر طلوع کرتا ہے اس وقت طریقِ شمس ک ج اُفق اور استوا کے درمیان میں سے گزرتا ہے اور ان کی ترتیب یہ ہوتی ہے :۔ اُفق، طریقِ شمس، استوا اور اس کی بڑی سے بڑی قیمت اُس وقت ہوتی ہے جب کہ ♎ لا پر آجاتا ہے، اس وقت طریقِ شمس کی وضع کَ جَ سے تعبیر ہوتی ہے اور ان کی ترتیب یہ ہوتی ہے :۔ اُفق، استوا، طریقِ شمس۔

اعتدالِ خریف کے قریب ترین جب پورا چاند ہوتا ہے تو اس وقت سُورج میزان میں ہوتا ہے اور چاند خطِ استوا فلکی کو جنوبی سمت سے شمالی سمت میں عبور کرکے مقابلہ کی وجہ برجِ حمل میں آجاتا ہے۔ اس لیے جب طریقِ شمس ک ج کا میلان اُفق کے ساتھ کم سے کم یعنی (عرض التمام - ۲۳° ۲۸') ہو تو چاند لا پر طلوع کریگا لیکن ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ کے وقفہ کے بعد جب کرۂ سماوی کی یومیہ گردش کی وجہ سے نقطہ لا اُسی مقام پر آجاتا ہے جہاں کہ شب گزشتہ میں تھا تو تقریباً ۱۳° میں سے حرکت کرتا ہے۔ اس لیے اگر طریقِ شمس پر لام کو چاند کی روزانہ رفتار کے مساوی قطع کیا جائے اور م میں سے دائرۂ صغیر کی ایک قوس م ل استوا کے متوازی کھینچی جائے تو ظاہر ہے کہ چاند پورے ہونے کے بعد کی رات کو ل پر طلوع کریگا اور دائرۂ صغیر کی قوس ل م یا زاویہ ل ق م اس کی تاخیر کی مقدار کو تعبیر کریگا۔ یہ تاخیر ڈبلن کے عرضِ بلد کے لیے وقت کی رقموں میں صرف بقدر ۱۸½ منٹ یا بلحاظ سُورج کے (سورج کی اپنی ۴ منٹ کی روزانہ تاخیر کو ملحوظ رکھتے ہوئے) ۱۴½ منٹ ہوتی ہے۔ صریحاً یہ منظر ہمیشہ وقوع میں آتا ہے جب کہ چاند برجِ حمل میں ہو بالفاظِ دیگر ہر مہینہ میں وقوع میں آتا ہے لیکن چاند کا پورا ہونا اور ساتھ ہی برجِ حمل میں ہونا دونوں امور یکجا صرف فصل کے موقع پر ہی پیش آتے ہیں۔

اسی طرح سے ہم ثابت کرسکتے ہیں کہ جب سُورج برجِ حمل میں ہو اور

چاند برجِ میزان میں تو صورتِ حال اس کے عین برعکس ہوتی ہے اور اس وقت چاند کی روزانہ تاخیر بڑی سے بڑی ہوتی ہے کیونکہ جب چاند طلوع کر رہا ہو تو طریق شمس منحل کَ جَ میں ہوتا ہے اور اُفق کو بڑے سے بڑے ممکن زاویہ (عرض التمام + ۲۳° ۲۸) پر قطع کرتا ہے: پس اگر ل ا مَ کو چاند کی حرکت کی روزانہ شرح کے مساوی قطع کر لیا جائے اور مَ لَ کو استوا کے متوازی کھینچا جائے تو چاند بدر کے بعد کی رات کو لَ پر طلوع کریگا ۔ اور تاخیر لَ مَ سے یا زاویہ مَ ق لَ سے تعبیر ہوگی (جہاں قوس ق م ممدودہ مَ سے گزرتی ہے) ۔ جب اِس تاخیر کو وقت میں بیان کیا جائے تو یہ بلحاظ ثابت ستاروں کے ۱ گھنٹہ ۱۰ منٹ کے مساوی ہوگی اور بلحاظ سورج کے ۱ گھنٹہ ۶ منٹ کے مساوی ہوگی ۔ اِس لیے ہر مہینہ میں جب کبھی چاند میزان میں ہوتا ہے تو یہ تاخیر زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے اس لیے اعتدالِ ربیع کے قریب جب پورا چاند ہوتا ہے تو بھی یہ تاخیر بڑی سے بڑی ہوتی ہے ۔ لیکن یہ تاخیر کرۂ جنوبی کے مشاہدہ کرنے والوں کے لیے قلیل ترین ہوتی ہے اور اُن کے لیے اُس وقت کا پورا چاند فصلی چاند ہوتا ہے ۔

دائرۂ بارده شمالی پر جب چاند بُرجِ حمل کے اندر ہوتا ہے تو اِس کے مسلسل بعد کی راتوں میں اس کے طلوع میں تاخیر تو درکنار عجلت واقع ہوتی ہے ۔ کیونکہ جب راس الحمل طلوع کر رہا ہو تو طریق شمس فی الواقع اُفق پر منطبق ہوتا ہے (ملاحظہ ہو مشق ۵ صفحہ ۳۲) اور فاصلہ م ل (شکل ۶۵، ۱) معدوم ہو جاتا ہے اور دو متواتر راتوں میں طلوعِ قمر کا درمیانی وقفہ ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ہوتا ہے ۔ پس اگر اِس وقفہ کو شمسی وقت کے لحاظ سے دیکھا جائے تو ظاہر ہے کہ چاند حمل میں گزرنے کے بعد شب گزشتہ کی نسبت فی الواقع ۴ منٹ پہلے طلوع کرتا ہے ۔

اکتوبر کے پورے چاند کے وقت بھی یہی منظر پیش آتا ہے مگر نسبتاً کم نمایاں صورت میں، اس چاند کو صیّاد کا چاند کہتے ہیں ۔

چاند کے عقدوں کی گردش

۱۲۶ ۔ چاند کے عقدے ثابت نقطے نہیں ہیں بلکہ طریقِ شمس پر تقریباً

۱۹° فی سال کی رفتار سے رجعی حرکت کرتے ہیں گویا ⅔ ۱۸ سال میں اپنی گردش کی تکمیل کر لیتے ہیں۔ یہ حرکت واپسیں اُسی قسم کی ہے جیسے اعتدالین ۴ اور سے کی حرکت ہے لیکن موخر الذکر کی نسبت بہت تیز ہے کیونکہ اعتدالین کے استقبال کا دَور تقریباً ۲۶۰۰۰ سال کا ہے (دفعہ ۱۰۴)۔ اِس سے ظاہر ہے کہ چاند کی حرکت بہت پیچیدار ہے: اولاً یہ ایک دائرہ میں کچھ اوپر نصف میل فی گھنٹہ کی رفتار سے حرکت کرتا معلوم ہوتا ہے جو طریقِ شمس کے ساتھ ۵° کا زاویہ بناتا ہے اور ثانیاً خود اس دائرہ کی سطح مستوی طریقِ شمس پر ۱۹° فی سال یا ۸ سکنڈ فی گھنٹہ کی رفتار سے پیچھے کی طرف حرکت کرتی ہے۔

۱۲۷۔ چاند کے عقدوں کی اقترانی گردش — ہم ابھی دیکھ چکے ہیں کہ چاند کے عقدوں کی گردش کا کوکبی دَور ⅔ ۱۸ سال ہے۔ اب اِس سے عقدوں کی گردش کا اقترانی دَور یعنی سُورج اور زمین کے لحاظ سے کسی خاص مقام سے شروع ہو کر پھر اُسی مقام میں عقدے کے آنے تک کی مدت اُسی طریقہ سے محسوب ہو سکتی ہے جو سیّاروں کی صورت میں اختیار کیا گیا تھا: کیونکہ

$$\frac{360^\circ}{365.25}$$ = قوس جو سُورج ایک یوم میں طے کرتا ہے

$$\frac{360^\circ}{365.25 \times 18\frac{2}{3}}$$ = قوس جو عقدہ ایک یوم میں طے کرتا ہے

$$\therefore \frac{360^\circ}{365.25} + \frac{360^\circ}{365.25 \times 18\frac{2}{3}} = \frac{360^\circ}{ت}$$ (دیکھو دفعہ ۴۷)

جہاں ت اقترانی دَور کو تعبیر کرتا ہے۔ مساواتِ بالا کی دائیں جانب مثبت علامت اِس لیے لی گئی ہے کہ عقدہ کی حرکت پیچھے کی طرف ہونے کی وجہ سے سُورج اور عقدہ کی اضافی رفتار اُن کی زاویئی رفتاروں کے مجموعہ کے مساوی ہے۔

اِس مساوات کو حل کرنے سے ت کی قیمت ۳۴۶٫۶۲ یوم نکلتی ہے اور یہی اقترانی دَور ہے۔

چاند کے مدار کا محورِ اعظم بھی ثابت نہیں ہے بلکہ مدارِ ارض کی طرح یہ بھی

آہستہ آہستہ آگے کی طرف حرکت کرتا ہے اور چاند کے مدار کا کامل چکر تقریباً ۹ سال میں ختم کرلیتا ہے۔ یہ مدت زمین کے لیے تقریباً ۰۰۰ ,۱۰۸ سال ہے۔

چاند کے پہاڑ کی بلندی معلوم کرنا

۱۲۸ — گلیلیو کے زمانے سے یہ معلوم ہو چکا ہے کہ چاند کی سطح پہاڑوں سے ڈھکی ہوئی ہے۔ ان پہاڑوں میں سے بعض کی نسبت یہ محسوب کیا گیا ہے کہ وہ گرد و نواح کے میدانوں سے چار یا پانچ میل کی بلندی تک پہنچتے ہیں۔ چاند کے چھوٹے قد و قامت کا لحاظ کرتے ہوئے اس کے پہاڑ زمین کے پہاڑوں سے مقابلۃً زیادہ بلند ہیں۔ جب سورج کی شعاعیں ان پہاڑوں پر ترچھی پڑتی ہیں تو ان کے سائے زمین پر کے سایوں کی طرح سورج کی مقابل سمت میں گرد و نواح کے میدانوں پر دُور تک پڑتے ہیں۔ نیز جہاں کہیں کوئی پہاڑ بہت بلند ہوتا ہے تو اس کی چوٹی طلوعِ آفتاب کے وقت اس کی پہلی کرن سے، اور غروبِ آفتاب کے وقت اس کی آخری کرن سے منور ہوتی ہے جب کہ اس کے گرد و نواح کے سب حصے مکمل تاریکی میں ہوتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ بعض اوقات چاند کے قرص کے تاریک حصہ پر روشنی کی چھوٹی چھوٹی بُندکیاں دکھائی دیتی ہیں جو روشنی اور تاریکی کی حدِ فاصل سے قابلِ پیمائش فاصلہ پر واقع ہوتی ہیں۔

۱۲۹ — **پہلا طریقہ** — بیئر[1] اور میڈلیر[2] نے ۱۸۳۷ء میں چاند کے پہاڑ کی بلندی معلوم کرنے کے لیے جو طریقہ اختیار کیا وہ حسبِ ذیل ہے:۔ انھوں نے پہلے خُردہ پیما کے ذریعے ایک پہاڑ کے سایہ کا طول ناپ لیا جس کا ایک رُخ سُورج کی کرنوں سے منور تھا۔ پھر اس زاویئی طول کا مقابلہ اُس زاویہ کے ساتھ کیا جو چاند کے قطر کے محاذی زمین پر بنتا ہے۔ اس سے سایہ کا طول میلوں میں معلوم ہو جاتا ہے (کیونکہ ہمیں چاند کے قطر کا طول میلوں میں معلوم ہے)۔ اب سورج کی شعاعوں کا مَیل معلوم کر لینے سے پہاڑ کی بلندی بعینہٖ اسی طرح دریافت کر سکتے ہیں جیسے کہ زمین پر

---

[1] Beer [2] Madler

کسی مینار کی بلندی، اِس کے سایہ کا طول اور سُورج کا ارتفاع معلوم کر کے دریافت کی جا سکتی ہے۔ اِس طریقہ کو استعمال کرنے میں سایہ کے ترچھے پن کا ضرور لحاظ رکھنا چاہیے کیونکہ سایہ عام طور پر ترچھا مشاہدہ کیا جاتا ہے اور اِس لیے خُردہ پیما سے اس کا اصلی طول حاصل نہیں ہوتا بلکہ خطِ نگاہ کی علی القوائم سطح مستوی پر اس کے ظل کا طول حاصل ہوتا ہے۔

۱۳۰۔ دُوسرا طریقہ —— اس طریقہ کی رُو سے چاند کے قُرص کے تاریک حصہ پر کے پہاڑ کی روشن چوٹی اور تاریکی و روشنی کی حدِ فاصل کے درمیان جو زاویئی فاصلہ ہو اُسے ایک خُردہ پیما کے ذریعہ ناپ لیتے ہیں اور یہ پیمائش چاند کی دونوں نوکوں کے خطِ وصل کی علی القوائم سمت میں، یعنی چاند، زمین اور سُورج کی سطح مستوی کے متوازی، کی جاتی ہے۔

فرض کرو کہ چاند پر روشنی اور تاریکی کی حدِ فاصل ا ب ہے اور چ ایک پہاڑ کی چوٹی ہے جو شعاع چ ب س سے عین منور ہوئی ہے، جہاں خط چ س، ا ب پر عمود وار ہے اور چاند کی سطح کو ب پر مَس کرتا ہے۔ نیز فرض کرو کہ زمین ز ہے

شکل ۶۶

اور سُورج کی سمت جو زمین پر سے دکھائی دیتی ہے ز سَ ہے، جو سُورج کے

بعید الفصل ہونے کی وجہ سے چ س کے متوازی لی جا سکتی ہے ۔ چاند کے نصف قطر کو ر سے اور پہاڑ کے ارتفاع چ ج کو ف سے تعبیر کیا گیا ہے ۔ تب (بموجب اقلیدس م ۳ ش ۳۶)

چ د × چ ج = چ ب^۲

یا (۲ ر + ف) ف = ت^۲ (دیکھو شکل ۶۶)

یعنی ۲ ر ف + ف^۲ = ت^۲

لیکن چونکہ ف بمقابلہ ر کے بہت چھوٹا ہے اس لیے اس کے مربع کو نظر انداز کیا جا سکتا ہے ،

∴ ۲ ر ف = ت^۲ یا ف = ت^۲ / ۲ ر

اب ظاہر ہے کہ فاصلہ ت راست نہیں ناپا جا سکتا اور بظاہر اس کو ناپنے کی کوشش میں ہم نے در اصل خطِ نگاہ پر کی علی القوائم سطح مستوی میں اس کا ظل ناپا ہے یعنی چ سے ب ز پر کے عمود لہ کا طول ناپا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۶۶) ۔

لیکن لہ / ت = جب طہ = جب فہ (خطوطِ متوازی سے)

∴ ت = لہ / جب فہ

لیکن ہمیں زاویہ فہ معلوم ہے کیونکہ یہ زمین پر سورج سے چاند کے ابتعاد کا زاویہ ہے ۔ لہذا ہمیں ت معلوم ہو سکتا ہے ۔ ت کی اِس قیمت کو مندرج کرنے سے

پہاڑ کی مطلوبہ بلندی ف = لہ^۲ / ۲ ر جب^۲ فہ

۱۴۱ - چاند کے آتش فشاں پہاڑوں کے دہانے ۔ چاند کی سرزمین میں شاید سب سے زیادہ عجیب و غریب جو چیزیں دکھائی دیتی ہیں بظاہر اُن کی شکل پہاڑوں کے دہانوں کی سی نظر آتی ہے جو غالباً کسی وقت آتش فشاں تھے مگر اب بالکل ٹھنڈے ہو چکے ہیں ۔ یہ دہانے علی العموم ایک فراخ مدوّر میدان پر مشتمل ہوتے ہیں جن کے گرد ایک بہت اونچی دیوار یا فصیل ہوتی ہے ۔ اِس میدان کے

بیچ میں سے عموماً ایک یا بعض صورتوں میں متعدد پہاڑ نکلے ہوئے نظر آتے ہیں - اِن میں سے مخصوص و معروف دہانے یہ ہیں - طاقو[1] جس کا قطر ۵۴ میل ہے اور ارشمیدس جس کا قطر ۶۰ میل ہے - اِن کے علاوہ ایک اور بہت بڑا دہانہ شکارڈ[2] ہے، اس کا قطر ۱۳۰ میل سے اوپر ہے اور اس کے گرد کی فصیل کی اونچائی بعض موقعوں پر ۱۰ ہزار فٹ تک پہنچتی ہے - یہ بتایا گیا ہے کہ اگر کوئی شخص اس دیوار سے محیط فضا کے عین بیچ میں کھڑا ہو تو اُسے معلوم ہوگا کہ گویا وہ ایک صحرائے بے پایاں میں کھڑا ہے کیونکہ چاند کی سطح کے انحنا کی وجہ سے اِس بلند حائط دیوار کی چوٹی اُس کے اُفق سے بالکل نیچے رہیگی۔

۱۳۲ - چاند کا کرۂ ہوائی ـــــ چاند کو مشاہدہ کرنے والے سب کے سب اِس نتیجہ پر پہنچے ہیں کہ یا تو اِس پر کرۂ ہوائی مطلق نہیں ہے یا اگر ہے تو نہایت ہی لطیف ہے - جب کوئی ثابت ستارہ چاند کے تاریک کنارہ کے قریب پہنچتے وقت مشاہدہ کیا جاتا ہے تو اس کی روشنی کی حدت میں کوئی تبدیلی معلوم نہیں ہوتی - اگر ستارے کی شعاعیں کسی قابلِ لحاظ موٹائی کے کرۂ ہوائی میں سے گزرتیں تو ضرور اس کی روشنی کی حدت میں تغیر واقع ہوتا - نیز جب چاند مشاہدہ کنندہ اور کسی ثابت ستارہ کے درمیان میں سے گذر رہا ہو تو ستارہ کے احتجاب کی مدت، محسوبہ مدت سے کم نہیں ہوتی اگر چاند کے گرد قابل لحاظ کثافت کا کوئی کرہ ہوتا تو ضرور تھا کہ مشاہدہ کردہ مدت، محسوبہ مدت سے کم ہوتی کیونکہ جس طرح زمین کے کرۂ ہوائی میں سے سورج کی شعاعوں کے منعطف ہونے سے سورج کے باوجود اُفق کے نیچے غروب ہو جانے کے بھی یہ کچھ عرصہ بعد تک دکھائی دیتا رہتا ہے اسی طرح ستارۂ مذکور کے چاند کے پس پشت آجانے کے باوجود بھی چاند کے کرۂ ہوائی کے انعطاف کی وجہ سے یہ کچھ دیر تک لازماً نظر آتا رہتا ہے۔

کرۂ ہوائی کی عدم موجودگی کے علاوہ ہیئت دانوں نے چاند کی سطح پر پانی کا وجود بھی کسی شکل میں نہیں پایا ہے - اس سے ظاہر ہے کہ چاند کی سطح پر ایسی جاندار چیزوں کا ہونا جن سے ہم باشندگانِ زمین واقف ہیں ناممکنات سے ہے۔

[1] Tycho
[2] Schickard

دسواں باب

خسوف و کسوف



۱۳۲۔ چاند گرہن کو خسوف اور سورج گرہن کو کسوف کہتے ہیں۔

چاند گرہن (خسوف)۔ خسوفِ قمر چاند کے زمین کے سائے میں سے گزرنے سے پیدا ہوتا ہے۔ ظاہر ہے کہ یہ صرف اُسی وقت وقوع پذیر ہو سکتا ہے جب کہ زمین، سورج اور چاند کے بیچ میں ہو یا بالفاظِ دیگر چاند مقابلہ کے محل میں ہو۔

اگر چاند کے مدار کی سطح مستوی طریقِ شمس کی سطح مستوی پر منطبق ہوتی اور اس سے ۵ درجہ کا زاویہ نہ بناتی جیسا کہ امرِ واقعہ ہے تو چاند کے ہر دفعہ مقابلہ میں پہنچنے پر چاند گرہن واقع ہوتا۔ لیکن اس کے مدار کے مندرجۂ بالا زاویۂ میلان کی وجہ سے بالعموم ایسا ہوتا ہے کہ جب چاند محلِ مقابلہ میں آتا ہے تو یہ طریقِ شمس کی سطح مستوی سے یا اُوپر ہوتا ہے یا نیچے، اس لیے ٹھیک زمین کے سایہ کے اندر نہیں آتا۔ اس سے ظاہر ہے کہ خسوف کے لیے چاند کا طریقِ شمس کے قریب ہونا یعنی اپنے عقدوں کے قریب ہونا ضروری ہے۔ پس چاند گرہن کی شرائط یہ ہیں:-

(۱) چاند کو محلِ مقابلہ میں ہونا چاہیے یعنی پورا ہونا چاہیے۔

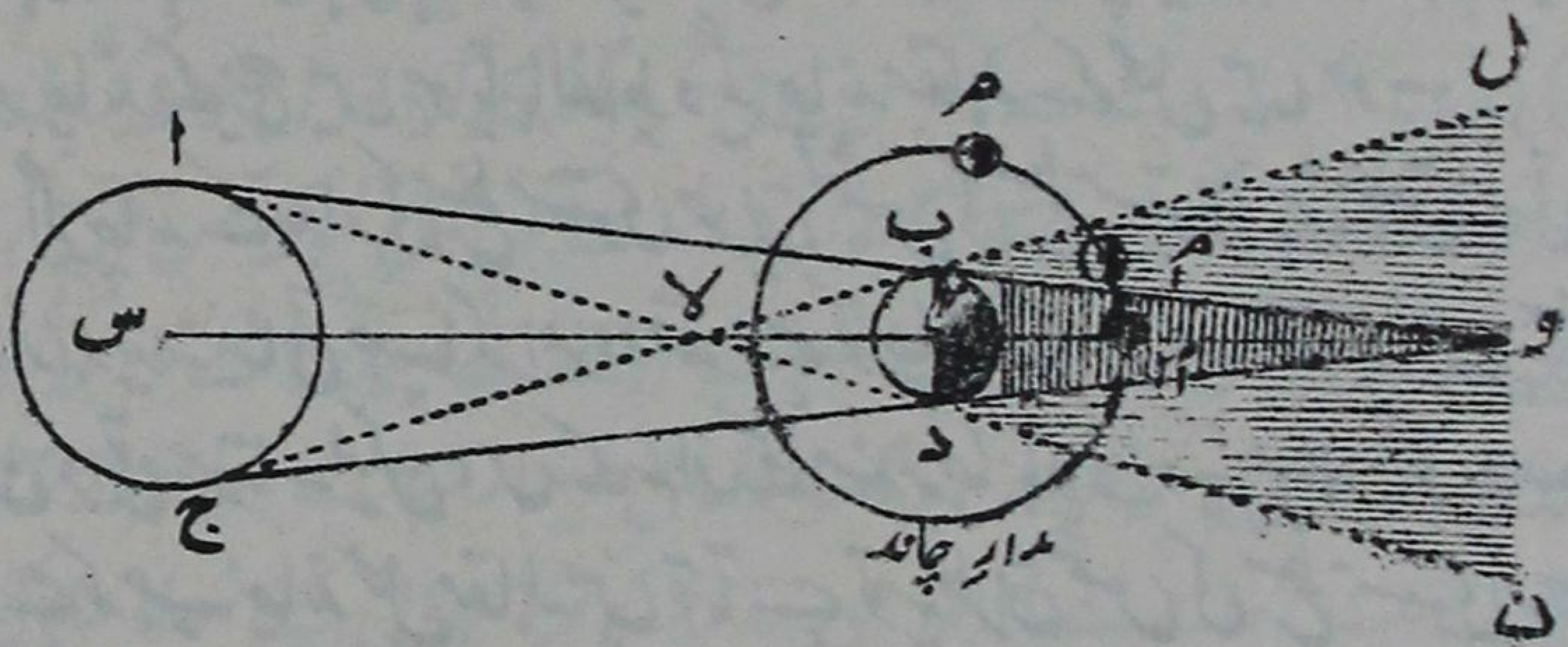
(۲) اسے کسی نہ کسی عقدہ پر یا اس کے قریب ہونا چاہیے۔

چاند گرہن دو قسم کے ہوتے ہیں: **کامل** اور **جزوی**۔ کامل چاند گرہن میں چاند کی کُل سطح زمین کے سایہ میں سے گزرتی ہے اور جزوی چاند گرہن میں اس کی سطح کا

صرف کچھ حصّہ سایہ میں آتا ہے۔

۱۳۴- فرض کرو کہ س اور ز (شکل ۶۷) بالترتیب سُورج اور زمین کے مرکز ہیں۔ سُورج اور زمین کے راست مشترک مماس ا ب اور ج د کھینچو جو س ز ممدودہ سے و پر ملیں، نیز متقاطع مماس ا د اور ب ج کھینچو جو س ز سے لا پر ملیں۔ اب اگر یہ خطوط، س ز (بطور محور) کے گرد گھومیں تو اِن کے گھومنے سے مخروطوں کی تکوین ہوگی۔ اِن مخروطوں میں سے وہ مخروط ب و د جس کا راس و پر ہے ایسا ہے کہ سُورج کی کوئی شعاع اس کے اندر بطور راست داخل نہیں ہوسکتی۔ فضا کے اِس مخروطی حصّہ کو ظلِ محض کہتے ہیں۔

فضا کے اُن مخروطی حصّوں کو جو و ب ل اور و د ن سے تعبیر ہوتے ہیں ظلِ مشوب کہتے ہیں اور یہ سُورج کی روشنی کے محض ایک حصہ سے محروم رہتے ہیں۔ یہ یاد رہے کہ ظلِ مشوب میں سے گزرتے وقت چاند کا خسوف واقع نہیں ہوتا بلکہ صرف اِس کی چمک میں تخفیف ہو جاتی ہے۔ مثلاً جب چاند م۱ (شکل ۶۷) پر ہوتا ہے تو اِسے



شکل ۶۷

جو روشنی ملتی ہے وہ ا کے قریب کے حصّوں سے آتی ہے لیکن ج کے قریب کے حصّوں کی روشنی اسے نہیں ملتی، اس وجہ سے چاند کی چمک میں کسی قدر تخفیف ہو جاتی ہے اور چاند ظلِ محض کے کنارہ سے جتنا زیادہ قریب ہوتا ہے اُتنی ہی یہ تخفیف زیادہ ہوتی جاتی ہے لیکن اصل خسوف اُس وقت تک واقع نہیں ہوتا تاوقتیکہ چاند کی سطح کا کوئی حصّہ ظلِ محض میں داخل نہ ہو جائے۔

مناظر مبنی بر انعطافِ نور

۱۳۵ - جس شخص نے کامل گرہن دیکھا ہے وہ جانتا ہے کہ اس وقت چاند مدھم سُرخ یا بھورے رنگ کا دکھائی دیتا ہے اِس سے ظاہر ہے کہ اس کو کہیں نہ کہیں سے روشنی ضرور ملتی ہے۔ یہ روشنی زمین تاب کی وجہ سے نہیں ہو سکتی (دفعہ ۱۱۹) کیونکہ چاند کے محلِ مقابلہ میں ہونے کی وجہ سے زمین کا وہ رُخ جو اس کی طرف ہے تاریک ہے۔ دراصل یہ منظر زمین کے کرۂ ہوائی میں انعطافِ نور کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے کیونکہ سُورج کی وہ شعاعیں جو زمین کو تقریباً مَس کرتی ہیں وہ کرۂ ہوائی سے منعطف ہوتی ہیں اور مُڑ کر چاند کی سطح تک پہنچتی ہیں۔

انعطاف کی وجہ سے ایک اَور عجیب وغریب منظر اُس وقت نظر آتا ہے جب چاند گرہن طلوعِ آفتاب یا غروبِ آفتاب کے وقت واقع ہو۔ اس وقت چاند اور سُورج دونوں انعطاف کی وجہ سے اُفق کے اوپر اٹھے ہوئے ہوتے ہیں اور ابھی سورج آسمان ہی پر ہوتا ہے کہ چاند گرہن واقع ہو جاتا ہے۔ یہ منظر ۱۶۶۶ء، ۱۶۶۸ء اور ۱۷۵۰ء میں پیش آیا تھا۔

نوٹ — باب ہٰذا کے باقی حصہ میں ہم گاہے گاہے سُورج کو علامت ☉ سے اور چاند کو ☾ سے تعبیر کرینگے۔

سایۂ زمین کی اُس تراش کے قطر کی تعیین جہاں چاند سایہ کو قطع کرتا ہے۔

۱۳۶ - سایہ کے مخروط کی عمودی تراش کا زاویئی قطر قوس م ن سے تعبیر ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ نصف زاویہ م ز و جو م ن کے محاذی زمین کے مرکز پر بنتا ہے ع ہے (شکل ۶۸)۔

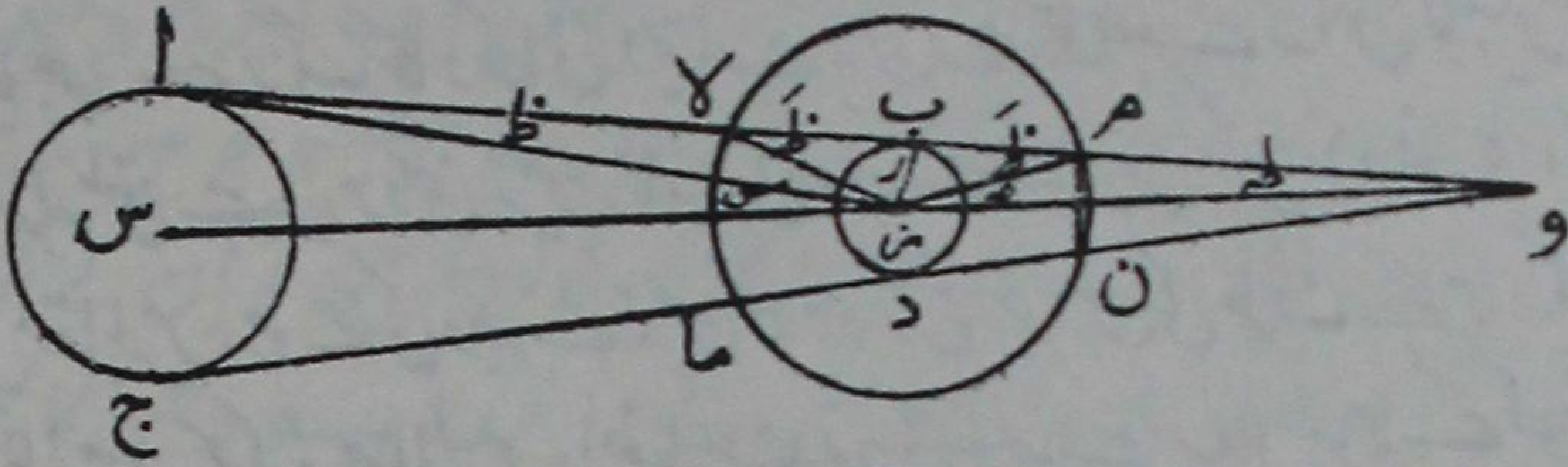
فرض کرو کہ ط = ☉ کا اُفقی اختلافِ منظر = ∠ ز ا لا (شکل ۶۸)۔

ط' = ☾ کا اُفقی اختلافِ منظر = ∠ ز م ب یا ∠ ز لا ب

س = وہ زاویہ جو سُورج کے نصف قطر کے محاذی ز پر بنتا ہے

= ∠ س ش ا۔

ط = ∠ ش و ب ۔ سایہ کی مخروط کا نصف زاویہ۔



شکل ۶۸

اب اقلیدس (م ا ش ۳۲) کی رُو سے

ع + ط = ظَ ∴ ع = ظَ ۔ ط

اسی طرح ط = س ۔ ظ

∴ ع = ظَ ۔ (س ۔ ظ) = ظَ + ظ ۔ س

لیکن ظ، ظَ اور س معلوم ہیں، اس لیے ۲ ع یعنی وہ زاویہ جو م ن کے محاذی ش پر بنتا ہے معلوم ہو سکتا ہے۔

اگر چاند کا اُفقی اختلافِ منظر، ۵۷َ لیا جائے اور سُورج کا ۸ً، نیز سُورج کا نصف قطر ۱۶َ لیا جائے تو معلوم ہوگا کہ سایہ کی چوڑائی ۲ ع یعنی ۲ (ظَ + ظ ۔ س) تقریباً ۸۲َ[1] ہے۔

چونکہ چاند کے زاویئی قطر کی اوسط قیمت تقریباً نصف درجہ ہوتی ہے اِس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ چاند کے فاصلہ پر اس کے سایہ کی تراش کی چوڑائی چاند کے تقریباً تین قطروں کے مساوی ہوتی ہے۔ نیز چونکہ چاند ایک گھنٹہ میں تقریباً اپنے قطر کے

[1] زیادہ صحیح طور پر سایہ کی چوڑائی کی بڑی سے بڑی قیمت ۸۹َ ۴۴ً سے چھوٹی سے چھوٹی قیمت ۷۵َ ۲۸ً تک بدلتی رہتی ہے اوّل الذکر قیمت اُس وقت ہوتی ہے جب کہ چاند زمین کے قریب ترین یعنی حضیض پر اور ساتھ ہی زمین سُورج سے بعید ترین یعنی اوج پر ہو جب حالات بالکل برعکس ہوں تو سایہ کی چوڑائی چھوٹی سے چھوٹی ہوتی ہے۔

مساوی فاصلہ طے کرتا ہے (دیکھو دفعہ ۱۱۳) اس لیے جب چاند سایہ کے محور میں سے گزر رہا ہو یعنی جب گرہن مرکزی طور پر واقع ہو تو چاند متواتر دو گھنٹے تک حالتِ خسوف میں رہتا ہے۔

۱۳۷۔ اُوپر کے بیان سے ظاہر ہے کہ مخروط کا نصف زاویہ طہ = سس ۔ ظ = (سُورج کا نصف قطر) ۔ (سُورج کا افقی اختلافِ منظر)

جس طرح م ن پر مخروط کی تراش کی چوڑائی معلوم کی گئی ہے یہ دکھایا جاسکتا ہے کہ لا ما پر کی تراش کا نصف قطر مساوی ہے ، ظَ ۔ ظ + سس کے، جہاں لا ما مخروط کی وہ تراش ہے جہاں چاند اسے اقتران کے محل میں عبور کرتا ہے کیونکہ از روئے اقلیدس (م ا شش ۳۲)۔

د لا ز س = ظَ + طہ = ظَ ۔ ظ + سس

سایۂ زمین کے طول کی تعیین

۱۳۸۔ زمین کے مرکز سے مخروط کے راس تک جو فاصلہ ز و ہے اُس کو زمین کے سایہ کا طول یا ارتفاع کہتے ہیں۔ اب ہم اس کی مقدار محسوب کر سکتے ہیں کیونکہ زمین کا نصف قطر اور مخروط کا نصف زاویہ طہ معلوم ہو سکتے ہیں۔ کیونکہ زاویہ طہ جو (سس ۔ ظ) کے مساوی ہے اس قدر چھوٹا ہے کہ ہم فرض کر سکتے ہیں کہ زمین کا نصف قطر ر اُس دائرہ کے قوس پر منطبق ہوتا ہے جس کا مرکز و اور نصف قطر و ز ہو (دیکھو شکل ۶۸)۔ اس لیے قوسی پیمانہ سے ہم فوراً یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ

$$\frac{\text{ر}}{\text{ز و}} = \frac{\text{طہ}''}{۲۰۶۲۶۵''}$$

$$\therefore \text{ز و} = \frac{۲۰۶۲۶۵'' \times \text{ر}}{\text{طہ}''} = \frac{۲۰۶۲۶۵'' \text{ ر}}{\text{سس}'' - \text{ظ}''}$$

زمین کے نصف قطر ر کو اندازاً ۴۰۰۰ میل کے اور سورج کے نصف قطر سس کو ۱۶' یا ۹۶۰" کے اور سُورج کے اختلافِ منظر کو ۸" کے مساوی لینے سے ہمیں حاصل ہوتا ہے :۔

اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ کسی خاص مقام پر چاند گرہنوں کی تعداد سُورج گرہنوں کی تعداد سے زیادہ ہوتی ہے۔

۱۴۰۔ سُورج گرہن تین قسم کے ہوتے ہیں:۔ (۱) کامل (۲) چنبری یا حلقہ نما (۳) جزوی۔ کامل سُورج گرہن میں کل سُورج نظر سے چھپ جاتا ہے اور حلقہ نما سُورج گرہن میں صرف اس کا مرکزی حصّہ تاریک ہوتا ہے اور اس کے گرد ایک چمکدار چھلّا سا دکھائی دیتا ہے۔

اِس امر کو اچھی طرح سمجھ کر ذہن نشین کر لینا ضروری ہے کہ کیوں چاند کے زمین اور سُورج کے درمیان حائل ہونے سے کبھی تو سُورج کی کل سطح اور کبھی صرف اس کا مرکزی حصّہ چھپ جاتا ہے۔ تم پڑھ چکے ہو کہ چاند کا ظاہری زاویئی قطر مستقل نہیں رہتا بلکہ اس کے مدار کے بشکلِ ناقص ہونے کی وجہ سے اِس کا فاصلہ زمین سے بدلتا رہتا ہے (دیکھو دفعہ ۱۱۳)۔ اِسی طرح سُورج کا ظاہری قطر بھی بدلتا رہتا ہے، نیز دونوں کی اوسط قیمتیں تقریباً مساوی ہوتی ہیں۔ جب چاند زمین کے قریب ترین (حضیض پر) ہوتا ہے تو اس کا زاویئی قطر ۳۳' ۲۲'' ہوتا ہے۔ اور جب یہ زمین سے بعید ترین (اوج پر) ہوتا ہے تو زاویئی قطر گھٹتے گھٹتے ۲۸' ۴۸'' ہو جاتا ہے، اِسی طرح اس کے متناظر صورتوں میں سُورج کا نصف قطر ۳۲' ۳۶'' سے لے کر ۳۱' ۳۲'' تک بدلتا ہے۔ جب چاند کا ظاہری قطر سُورج کے ظاہری قطر سے زیادہ ہو (جو اُس وقت ہوتا ہے جب کہ چاند زمین کے قریب ترین ہو) تو مشاہدہ کنندہ سے جو ہر دو اجرام کے مرکزی خط پر کھڑا ہے سُورج کی کل سطح چھپ جاتی ہے۔ اِس صورت میں کامل سُورج گرہن ہوتا ہے۔ لیکن جب چاند کا ظاہری قطر سُورج کے ظاہری قطر سے کم ہو (جو اُس وقت ہوتا ہے جب کہ چاند زمین سے بعید ترین ہو) تو انہی شرائط کے تحت سُورج کا صرف مرکزی حصّہ غائب ہوگا۔ اس صورت میں سُورج گرہن حلقہ نما ہوگا۔

ایک نہایت سادہ تجربہ سے اُوپر کی تشریح صاف طور پر سمجھ میں آسکتی ہے۔ ایک سکہ لو اور ایک آنکھ بند کر کے سکہ کو دوسری آنکھ کے سامنے اس طرح رکھو کہ سُورج کی کُل سطح تمہاری آنکھ سے غائب ہو جائے۔ اس صورت میں سکہ کا محل بعینہٖ سُورج گرہن

$$\text{ن ا و} = \frac{۴۰۰۰ \times ۲۰۶۲۶۵}{۹۶۰ \cdot ۸} \text{ میل}$$

= ۸۶۰۰۰۰ میل تقریباً

یا زمین کے نصف قطر کا ۲۱۵ گُنا۔

چونکہ زمین سے چاند کا فاصلہ چاند کے نصف قطر کا تقریباً ۶۰ گُنا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ چاند کے مدار کا جو فاصلہ زمین سے ہے وہ اُس کے سایہ کی مخروط کے طول سے مقابلۃً بہت کم ہے۔ اس لیے جب چاند پورا ہو اور اپنے کسی ایک عقدہ پر ہو تو لازم ہے کہ گرہن واقع ہو۔

۱۳۹۔ کسوفِ شمس (سُورج گرہن)۔ سُورج گرہن اُس وقت پیدا ہوتا ہے جب سُورج اور مشاہدہ کنندہ کے درمیان چاند حائل ہو جاتا ہے۔ جیسا کہ چاند گرہن کی صورت میں بتایا جا چکا ہے سُورج گرہن کے لیے بھی یہ ضرور ہے کہ چاند تقریباً طریقِ شمس کی سطح مستوی میں ہو۔ اس لیے سُورج گرہن کے لیے دو ضروری شرطیں یہ ہیں :-

(۱) چاند کو اقتران کے محل میں ہونا چاہیے یا بالفاظِ دیگر اماوس ہونا چاہیے۔

(۲) اسے اپنے ایک عقدہ پر یا اس کے قریب ہونا چاہیے۔

چاند گرہن کی صورت میں جب چاند ظلِ محض میں داخل ہوتا ہے تو اس کی روشنی برخاست ہو جاتی ہے اور اس لیے چاند گرہن زمین کے اُس نصف حصہ پر کے ہر ایک مقام سے نظر آتا ہے جو چاند کے رُخ پر ہو۔ برعکس اس کے سُورج گرہن کے وقت سُورج کی روشنی محض مشاہدہ کنندہ کی نظر سے غائب ہو جاتی ہے۔ نیز چونکہ چاند بمقابلہ زمین کے بہت چھوٹا ہوتا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ سُورج گرہن ایک ہی وقت میں صرف ایک محدود رقبہ میں دکھائی دے سکتا ہے۔

اگر چاند قوس لا ما کے اندر ہو (شکل ۶۸) تو سُورج گرہن واقع ہوتا ہے جو زمین کے بعض مقامات سے نظر آسکتا ہے، اگر چاند قوس م ن کے اندر ہو تو چاند گرہن واقع ہوتا ہے۔ چونکہ قوس لا ما قوس م ن سے بڑا ہے اس لیے یہ توقع پیدا ہوتی ہے کہ اگر ہم ان تمام گرہنوں کو شمار میں لائیں جو کُل زمین پر سے دکھائی دیتے ہیں تو سُورج گرہنوں کی تعداد چاند گرہنوں کی تعداد سے زیادہ ہونی چاہیے۔ اور در اصل ایسا ہی ہوتا ہے۔

کے وقت چاند کے محل کے متشابہ ہے۔ اب اگر سکہ کو آنکھ سے زیادہ دُور لے جائیں لیکن اِس کے مرکز کو سُورج کے مرکز کی سیدھ میں رکھیں تو یہ معلوم ہوگا کہ اس کا فاصلہ بڑھ جانے سے اس کے ظاہری قطر میں کمی ہونے کی وجہ سے یہ صرف سُورج کے مرکزی حصّہ کو چھپا سکتا ہے۔ اس مثال سے واضح ہو جاتا ہے کہ جب چاند زمین سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر ہو تو کس طرح حلقہ نما گرہن پیدا ہوتا ہے۔

جزوی سُورج گرہن میں قرص شمس کی ایک جانب کا صرف ایک حصّہ تاریک ہوتا ہے کیونکہ ہر دو اجرام کے مرکز مشاہدہ کنندہ کی ایک سیدھ میں نہیں ہوتے۔ یہ ظاہر ہے کہ سب کے سب یعنی کامل اور حلقہ نما گرہنوں کا آغاز اور انجام جزوی گرہنوں کی شکل میں ہوتا ہے۔

سایۂ قمر کے مخروط کے طول کی تعین

۱۴۱۔ فرض کرو کہ سُورج کا مرکز س ہے اور چاند کا چ، نیز سُورج اور چاند کے نصف قطر بالترتیب ر، اور ر ہیں (شکل ۶۹)۔ تب چاند کے سایہ کا راس ع پر ہوگا۔ جہاں چاند اور سُورج کے مشترک مماس ج ھ اور د ف ملتے ہیں۔ پس اب ہمیں فاصلہ چ ع معلوم کرنا مقصود ہے۔

چونکہ مثلث ع س ج اور ع چ ھ متشابہ ہیں اس لیے اقلیدس (م ۶ ش ۴) کی رُو سے

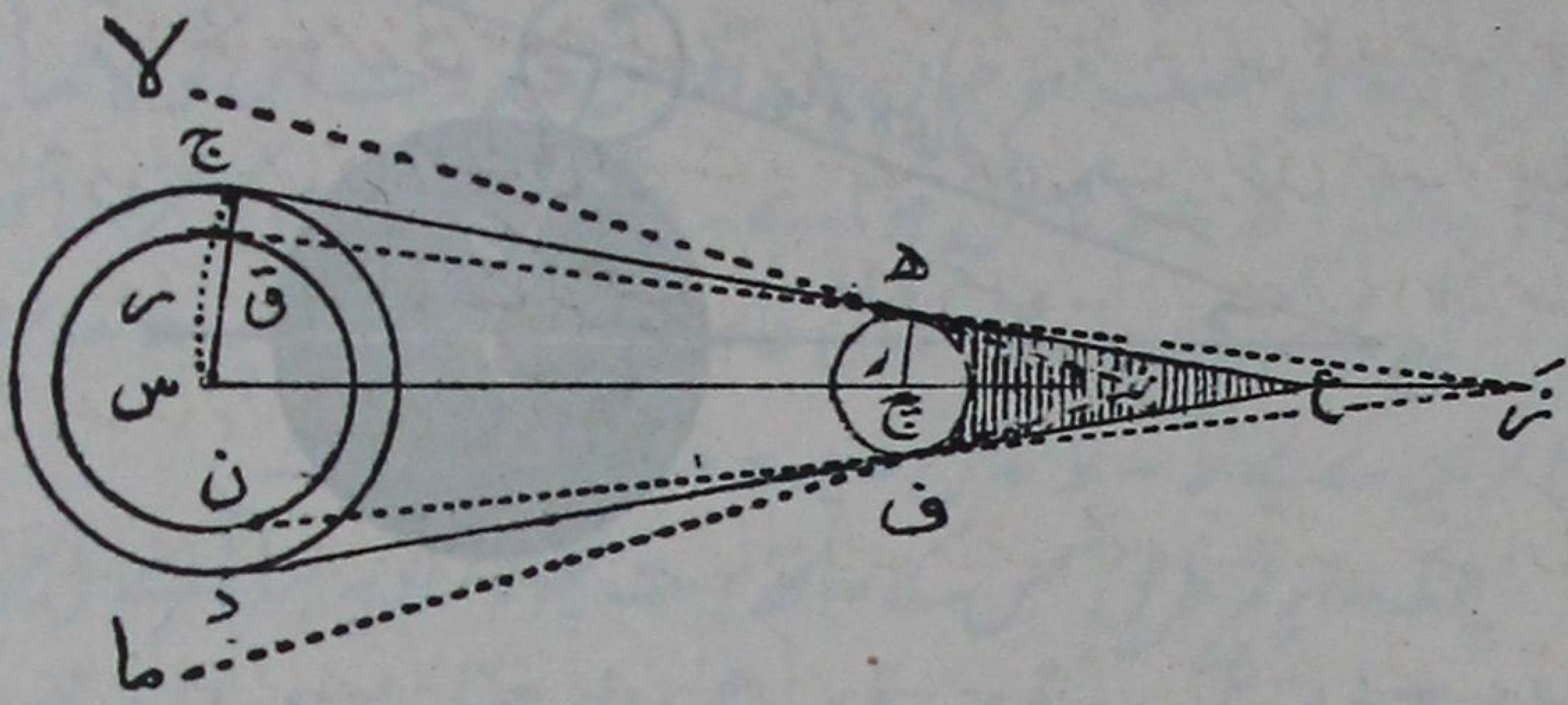
$$\frac{\text{ع س}}{\text{ع چ}} = \frac{\text{ر}_1}{\text{ر}} \quad \text{یعنی} \quad \frac{\text{ع چ} + \text{س چ}}{\text{ع چ}} = \frac{\text{ر}_1}{\text{ر}}$$

اس لیے ع چ کے لیے حل کرنے اور س چ کو د سے تعبیر کرنے سے

$$\text{ع چ} = \frac{\text{ر د}}{\text{ر}_1 - \text{ر}}$$

لیکن ر جو چاند کا نصف قطر ہے تقریباً ۱۰۷۶ میل ہے اور سُورج اور چاند کے مرکزوں کا درمیانی فاصلہ زمین کے قطر کے ۱۱۷۱ گنا سے لے کر ۱۱۷۱۳ گنا تک بدلتا ہے۔ اِن قیمتوں کو مندرج کرنے سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ ع چ، زمین کے قطر

کے ۲۸۶۹۳ اور ۲۸۶۹۴ گنے کے اندر بدلتا ہے۔



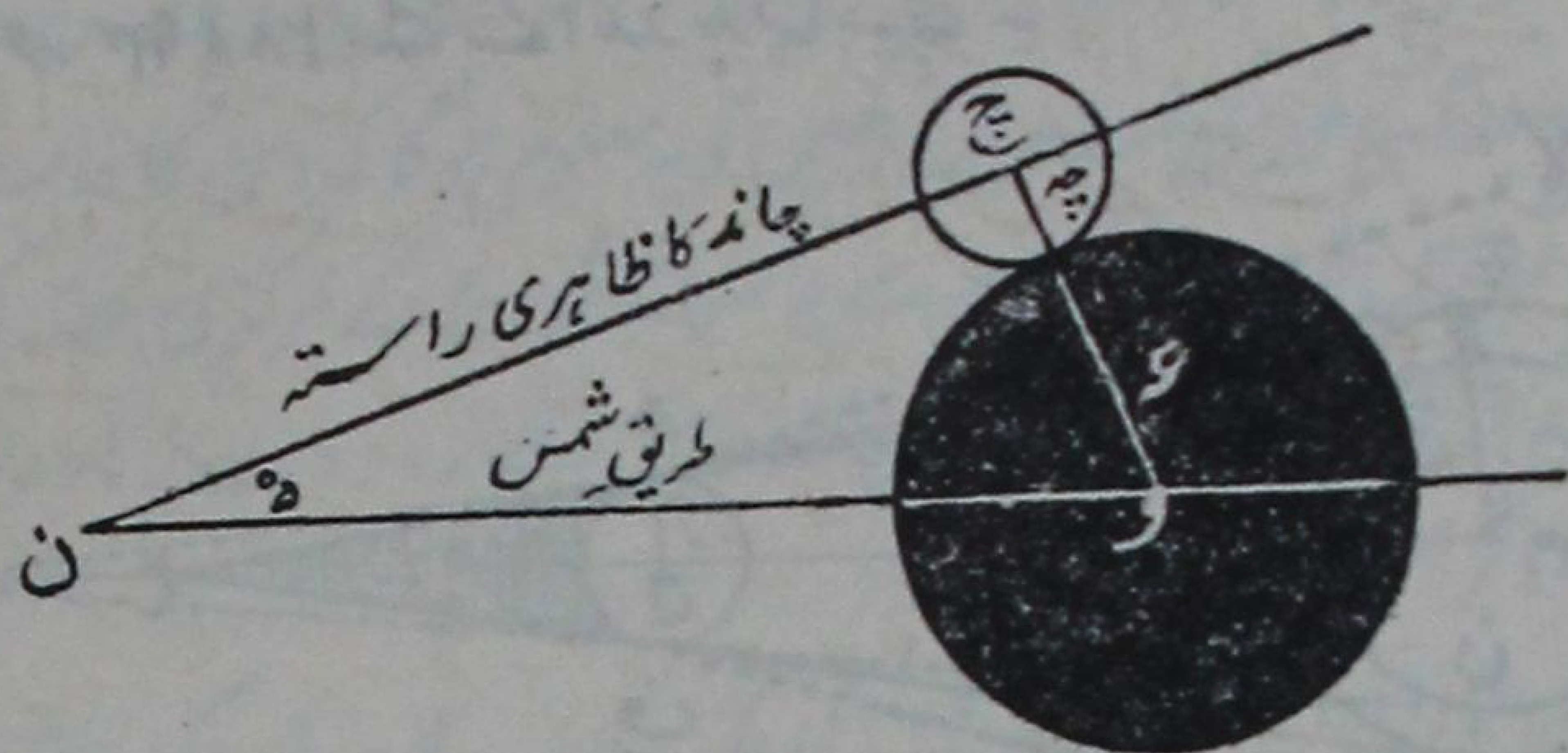
شکل ۶۹

چونکہ زمین کی سطح سے چاند کا فاصلہ زمین کے قطر کے ۲۸ گنے اور ۳۱ گنے کے اندر بدلتا ہے اس لیے اِس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ مشاہدہ کنندہ کبھی مقام نما پر سایہ کے مخروط کے اندر کھڑا ہوگا اور کبھی مقام ز یعنی مخروط کے راس سے باہر ہوگا۔ اول الذکر صورت میں جو سُورج گرہن واقع ہوگا وہ کامل ہوگا کیونکہ زمین کے محاذ چاند کا زاویہ سُورج کے زاویہ کی نسبت بڑا ہے۔ دُوسری صورت میں جو سُورج گرہن واقع ہوگا وہ حلقہ نما ہوگا اور سُورج کا صرف اتنا حصّہ چھپ جائیگا جو شکل بالا میں اندرونی دائرہ ق ن سے (شکل ۶۹) تعبیر کیا گیا ہے جہاں ق ز اور ن ز، ز سے چاند کی سطح کے مماس کھینچے گئے ہیں اور اُن کو سُورج تک بڑھایا گیا ہے۔

چاند گرہن اور سُورج گرہن کی شرائط کا حساب

۱۴۲۔ چاند گرہن — فرض کرو کہ چاند کے فاصلہ پر زمین کے سایہ کی تراش کا مرکز و ہے (شکل ۷۰) اور ج چاند کا مرکز ہے جب کہ یہ سایہ سے خارجی طور پر مَس کر رہا ہو۔ نیز ج ن چاند کے ظاہری راستہ کو تعبیر کرتا ہے، ن و طریقِ شمس ہے اور ن چاند کے عقدہ کا مقام ہے۔

اب ظاہر ہے کہ چاند کا کوئی حصّہ مخسوف نہیں ہوسکتا تاوقتیکہ چاند اور سایہ کے مرکزوں کا فاصلہ ج و سے کم نہ ہو۔



شکل ۸۰

لیکن چ و = (سایہ کا نصف قطر) + (چاند کا نصف قطر) = ع + چہ

لیکن ع = ظَ + ظ ۔ س (دفعہ ۱۳۶)

∴ چ و = ظَ + ظ ۔ س + چہ

جہاں ظ = سورج کا اُفقی اختلافِ منظر = ۸″

ظَ = چاند کا اُفقی اختلافِ منظر = ۵۷′

س = ☉ کا نصف قطر = ۱۶′ (اوسط قیمت)

چہ = ☾ کا نصف قطر = ۱۵′ (اوسط قیمت)

اِس لیے

چ و = ۵۷′ + ۸″ ۔ ۱۶′ + ۱۵′ = ۵۶′ (تقریباً)

اِسی طرح کامل چاند گرہن کے لیے چاند انتہائی محل میں سایہ سے داخلی طور پر مس کریگا اور اِس صورت میں

چ و = (سایہ کا نصف قطر) ۔ (چاند کا نصف قطر) = ع ۔ چہ

= ظَ + ظ ۔ س ۔ چہ = ۲۶′ (تقریباً)

پس چاند گرہن واقع نہیں ہوسکتا تاوقتیکہ چاند اور سایہ کے مرکزوں کا فاصلہ ۵۶′ سے کم نہ ہو اور کامل چاند گرہن واقع نہیں ہوسکتا تاوقتیکہ یہ فاصلہ ۲۶′ سے کم نہ ہو۔

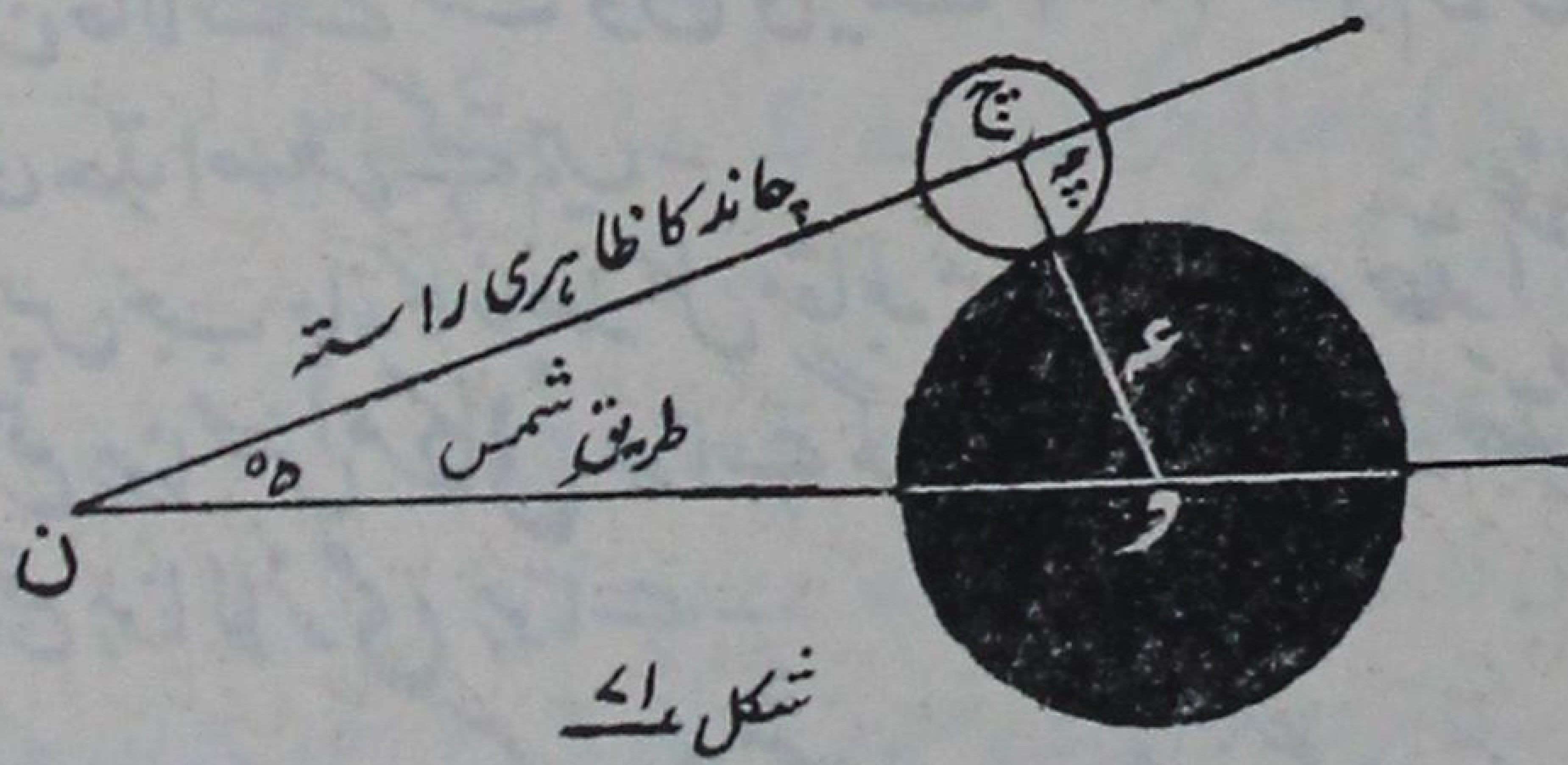
۱۴۳- **سُورج گرہن** ــــ (دفعہ ۱۳۷) میں دیکھ چکے ہیں کہ مخروط کی اِس تراش کا زاویئی نصف قطر جہاں چاند اقتران کے وقت اس کو لا ھا پر قطع کرتا ہے (شکل ۶۸) ظَ - ظ + س ہوتا ہے۔ اس لیے ظاہر ہے کہ جزوی سُورج گرہن کے لیے تراش کے مرکز سے چاند کا انتہائی فاصلہ ظَ - ظ + س + چہ = ۸۸′ اور کامل سُورج گرہن کے لیے ظَ - ظ + س - چہ = ۵۸′ ہونا چاہیے۔

چونکہ مدارِ قمر طریقِ شمس کے ساتھ بہت چھوٹا زاویہ بناتا ہے (یعنی ۵° کا) لہذا خط و ج طریقِ شمس پر قریب قریب عمود وار ہوتا ہے اور اس لیے یہ تقریباً چاند کے عرض بلد کے مساوی ہوتا ہے، نیز چونکہ چاند کا عرض بلد ۰° سے ۵° تک بدلتا ہے اس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ گرہن صرف عقدہ کے نہایت قریب ہی واقع ہو سکتا ہے۔

۱۴۴- **تعریف** ــــ محل مقابلہ میں عقدہ سے چاند کا بڑے سے بڑا فاصلہ (جو طریقِ شمس پر ناپا جائے) جس کے اندر خسوفِ قمر واقع ہو سکتا ہے اس کو حدِّ خسوفِ قمر کہتے ہیں۔ مثلاً شکل ۷۱ میں چاند کا ظاہری راستہ پہلے چ ن سے تعبیر کیا گیا ہے نیز چاند تقریباً محلِ مقابلہ میں دکھایا گیا ہے جب کہ یہ سایہ کو عین مَس کرتا ہے۔ تب فاصلہ ن و جو طریقِ شمس پر ناپا گیا ہے محل مقابلہ میں عقدہ سے چاند کے فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے یعنی محلِ مقابلہ میں عقدہ سے طریقِ شمس پر چاند کے فاصلہ کے ظل کو تعبیر کرتا ہے اس لیے یہ فاصلہ حدِّ خسوف ہے۔

حدِّ خسوف معلوم کرنا

۱۴۵- کروی مثلث چ و ن میں قوس ن و کو یوں محسوب کر سکتے ہیں۔



شکل ۷۱

قوس چ و معلوم ہے کیونکہ یہ سایہ اور چاند کے نصف قطروں کے مجموعہ کے مساوی ہے (دفعہ ۱۴۲ کی رُو سے چ و = ظَ + ظ - س + چہ)، زاویہ ن بھی جو مدارِ قمر اور طریقِ شمس کا درمیانی زاویہ ہے معلوم ہے اور تقریباً ۵° ہے۔ زاویہ چ قائمہ ہے (کیونکہ وچ، و سے چ ن کا چھوٹے سے چھوٹا فاصلہ ہے)، اِس لیے قوس ن و محسوب ہو سکتی ہے۔

حدِّ اعظم و حدِّ اصغر —— حدِّ خسوف کوئی مستقل مقدار نہیں ہے کیونکہ چاند اور سُورج دونوں کے اختلافِ منظر اور زاویئی نصف قطر بدلتے رہتے ہیں۔ علاوہ ازیں چاند کے مدار کا میلان بھی ۵° ۲۰' سے ۴° ۵۷' کے اندر بدلتا رہتا ہے۔ اِن سب اسباب کی بنا پر مذکورۂ بالا حد میں معتدبہ تبدیلیاں ہوتی رہتی ہیں۔ جب چاند زمین کے قریب ترین اور زمین سُورج سے بعید ترین ہو اور ساتھ ہی مدارِ قمر کا زاویۂ میلان کم سے کم ہو تو حالات گرہن کے لیے نہایت موافق ہوتے ہیں اور اِس صورت میں بمقابلہ کسی اَور موقع کے عقدہ سے بڑے سے بڑے فاصلہ پر گرہن واقع ہو سکتا ہے۔ اِن حالات کے تحت و ن کی قیمت ۱۲° ۵' معلوم کی گئی ہے۔ اس کو خسوفِ قمر کی حدِّ اعظم کہتے ہیں۔

برخلاف اِس کے جب چاند زمین سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر ہو اور زمین سُورج سے کم سے کم فاصلہ پر ہو اور نیز ن پر کا زاویہ بڑے سے بڑا ہو (شکل ۱۰۷) تو حالات گرہن کے لیے نہایت مخالف ہوتے ہیں اور اِس صورت میں اول الذکر صورت کی نسبت چاند کو خسوف کے واقع ہونے کے لیے عقدہ کے بہت قریب ہونا چاہیے۔ اِن حالات کے تحت و ن کی قیمت ۹° ۳۰' معلوم کی گئی ہے۔ اس کو خسوف کی حدِّ اصغر کہتے ہیں۔

پس جب چاند کا فاصلہ محلِ مقابلہ میں عقدہ سے حدِّ اعظم کے اندر ہو تو گرہن کا واقع ہونا محض اَمر امکانی ہوتا ہے مگر جب اس کا فاصلہ حدِّ اصغر کے اندر ہو تو گرہن کا واقع ہونا لازمی ہوتا ہے۔

۱۴۶ - حدود کسوفِ شمس —— سُورج گرہن کے لیے بھی ایک حد ہے

اور اس حد سے مراد عقدہ سے طریقِ شمس پر محلِ اقتران میں چاند کا وہ فاصلہ ہے جس کے اندر سورج گرہن واقع ہو سکتا ہے۔ اِس حد کی بڑی سے بڑی اور چھوٹی سے چھوٹی قیمتوں کو بالترتیب حدِّ اعظم اور حدِّ اصغر بھی کہتے ہیں۔ بڑی سے بڑی حد ۱۸° ۳۱ʹ ہے اور اس کے اندر کسوف کا واقع ہونا محض امکانی امر ہے اور چھوٹی سے چھوٹی حد ۱۵° ۲۱ʹ ہے جس کے اندر کسوف کا واقع ہونا لازمی ہے۔

۱۴۷ـ (دفعہ ۱۲۶) میں اس کا ذکر کیا جا چکا ہے کہ چاند کے عقدے طریقِ شمس پر رجعی حرکت رکھتے ہیں اور $\frac{۲}{۳}$ ۱۸ سال میں ایک پورے دَور کی تکمیل کر لیتے ہیں۔ اِس بنا پر (دفعہ ۱۲۷) میں ثابت کیا گیا ہے کہ عقدوں کے خطی گردش کا اقترانی دَور ۶۲ء۳۴۶ یوم ہے۔ دوسرے لفظوں میں اِس کے یہ معنی ہیں کہ سورج عقدوں کے خط سے ۳۶۰° میں سے ۶۲ء۳۴۶ یوم میں علٰحدہ ہوتا ہے۔ اِس لیے $\frac{۱}{۲}$ ۲۹ دن کے ایک اقترانی قمری مہینہ میں سورج ایک عقدہ سے بقدر زاویہ

$$\frac{۲۹ء۵ \times ۳۶۰°}{۳۴۶ء۶۲} = ۳۰° \; ۴۸ʹ = ۳۰\frac{۲}{۳}° \text{ تقریباً}$$

علٰحدہ ہوتا ہے۔ چونکہ اِس نتیجہ کا حدودِ خسوف دکسوف کے ساتھ مقابلہ کرنے سے گرہنوں کا تعدّدِ وقوع محسوب ہو سکتا ہے اِس لیے یہ ضروری معلوم ہوتا ہے کہ طالبِ علم مقادیرِ ذیل کی قیمتوں کی تقریبی قیمتیں یاد کر لے۔

	اعظم	اصغر
حدودِ خسوف	۱۲°	$\frac{۱}{۲}$ ۹°
حدودِ کسوف	$\frac{۱}{۲}$ ۱۸°	$\frac{۱}{۲}$ ۱۵°

سورج کی اضافی حرکت = $\frac{۲}{۳}$ ۳۰° ہر قمریہ میں

سورج کی گردش کی مدت = ۳۴۶ دن

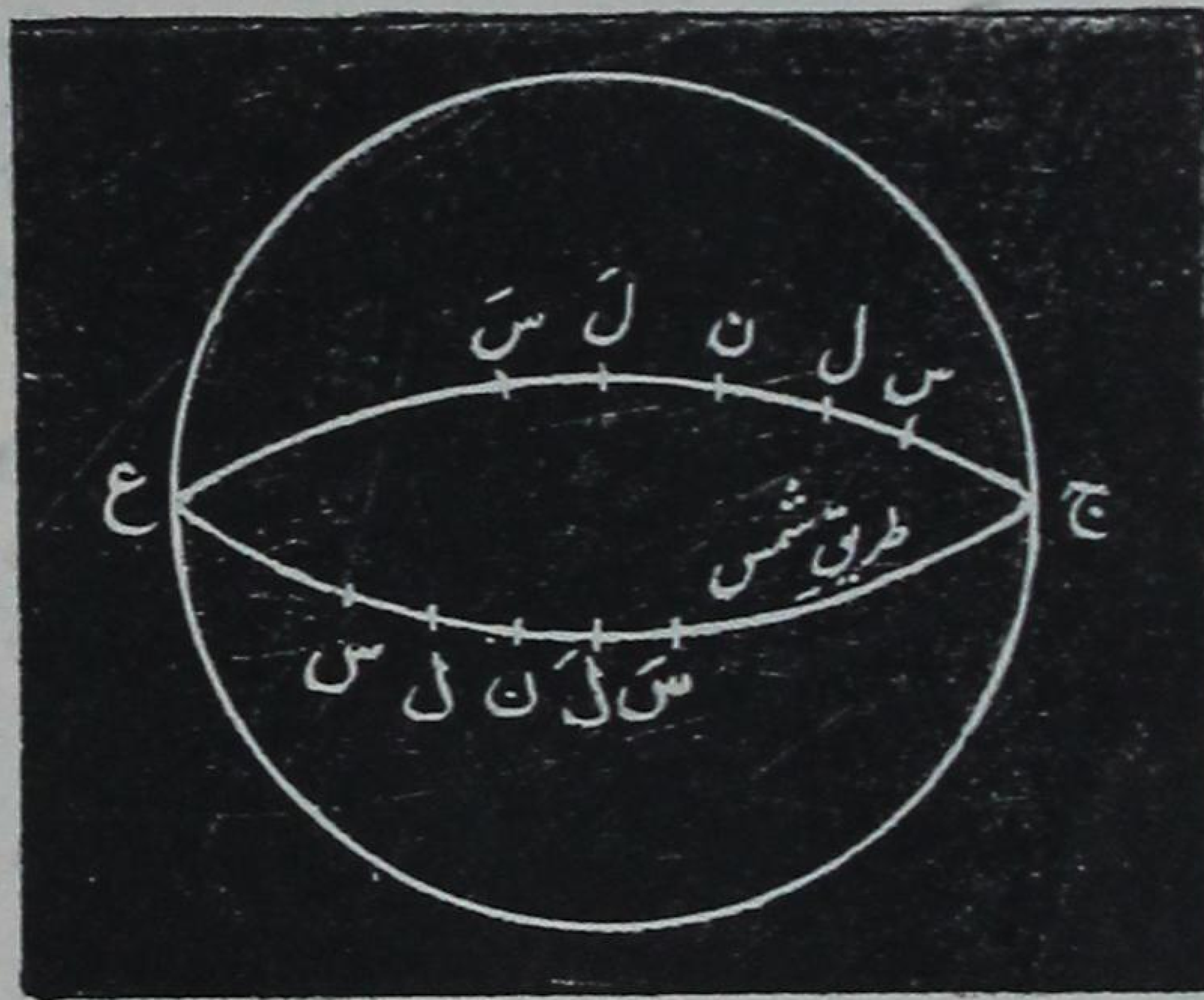
مدت عقدہ سے عقدہ تک = ۱۷۳ دن

۶ قمری دَور = ۶ × $\frac{۱}{۲}$ ۲۹ = ۱۷۷ دن

انتباہ ـ ظاہر ہے کہ اثنائے خسوف دکسوف میں سورج اور چاند کے فاصلے قریب ترین عقدہ سے تقریباً مساوی ہوتے ہیں۔

گرہنوں کے تعدادِ وقوع کی تعیین

۱۴۸۔ کم سے کم تعداد۔ فرض کرو کہ ن اور نَ چاند کے عقدوں کو تعبیر کرتے ہیں (شکل ۷۲)۔ طریق شمس ع ج پر فاصلے ن ل، ن لَ، نَ لَ، نَ لَ کاٹو جن میں سے ہر ایک خسوفِ قمر کی حد کے مساوی ہو۔ اسی طرح فاصلے ن س، نَ سَ، ن س، نَ سَ کاٹو جن میں سے ہر ایک کسوفِ شمس کی حد کے مساوی ہو۔ اب چونکہ سورج بلحاظ عقدوں کے ایک اقترانی مہینہ میں $30\frac{2}{3}°$ چلتا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ سورج کو قوسوں س سَ یا س سَ کو طے کرنے میں ایک ماہ سے زیادہ وقت لگیگا کیونکہ اِن میں ہر ایک قوس بوجہ سورج کی حدِّ اصغر سے دو چند ہونے کے °۳۱ ہے۔ لہذا کم از کم ایک اماوس اور اس لیے کم از کم ایک سورج گرہن اِس کے اِن قوسوں میں سے ہر ایک میں سے گزرتے وقت واقع ہونا چاہیے۔



شکل ۷۲

برعکس اس کے ل لَ، یا ل لَ کی کم سے کم قیمت بوجہ چاند کی حدِّ اصغر کے دو چند ہونے کے صرف °۱۹ ہے۔ اور سورج ان قوسوں میں سے ہر ایک کو ایک ماہ سے بہت کم عرصہ میں (تقریباً ۱۸ یوم میں) طے کرلیتا ہے۔ اِس لیے ممکن ہے کہ کسی عقدہ کے قریب بھی پورا چاند نہ ہو اور بناءً علیہ سال بھر میں کوئی بھی چاند گرہن

نہ ہو۔ پس سال بھر میں کم سے کم دو گرہن واقع ہونگے اور یہ دونوں سورج ہی کے گرہن ہونگے۔

۱۴۹۔ بڑی سے بڑی تعداد۔۔۔ سورج کو ن سے ن (شکل ۷۲)

تک جانے میں ۱۷۳ دن لگتے ہیں یعنی چاند کے ۶ وضعی دوروں (۱۷۷ دن) سے ۴ دن کم لگتے ہیں۔ اس لیے جب سورج کے ن پر پہنچنے کے ۲ دن پہلے چاند پورا ہو تو اس کے ن میں سے گزرنے کے ۲ دن بعد بھی چاند پورا ہوگا، اس لیے ہر ایک عقدہ کے بہت قریب چاند گرہن کا واقع ہونا یقینی ہوگا۔ لیکن اگر سورج کے ایک عقدہ میں سے گذرنے سے دو دن پہلے یا دو دن بعد چاند گرہن واقع ہو تو ممکن ہے کہ اُس عقدہ کے قریب دو سورج گرہن بھی واقع ہوں (یعنی اس سے پہلے کے اور بعد کے اماوسوں کے وقت)۔ کیونکہ نصف دورِ قمر یعنی $14\frac{3}{4}$ دن میں سورج $15\frac{1}{3}$° چلتا ہے اور اگر ہم اس میں وہ قوس بھی اضافہ کردیں جو سورج ۲ دن میں طے کرتا ہے تو بھی مجموعی قوس سورج گرہن کی حدِّ اعظم کے اندر ہی رہتی ہے۔ اس لیے ۳۴۶ یوم کی مدت میں ممکن ہے کہ ہر ایک عقدے کے قریب ایک چاند گرہن اور دو سورج گرہن واقع ہوں۔ لیکن اگر س سَ کے گرہن (شکل ۷۲) جنوری میں واقع ہوں تو اختتامِ سال سے پہلے سورج کے دوسری مرتبہ قوس س سَ کے اندر پہنچنے کے لیے بھی کافی وقت بچ رہتا ہے پس اب س کے قریب ایک اور سورج گرہن واقع ہوگا اور سورج کے ن میں سے گزر جانے کے ۶ دن بعد ایک چاند گرہن واقع ہوگا۔ مگر اس کے بعد سَ کے قریب سورج گرہن واقع نہیں ہوگا کیونکہ اب جو اماوس ہوگا وہ سورج کی حدِّ اعظم کے باہر واقع ہوگا۔ اس طرح چاند کے $12\frac{1}{2}$ وضعی دوروں یعنی ۳۶۸ یوم میں کل گرہنوں کی تعداد آٹھ ہوئی جن میں سے پانچ سورج کے ہیں اور باقی تین چاند کے۔ لیکن یہ سب گرہن ایک سال (یعنی ۳۶۵ یوم) کے اندر واقع نہیں ہو سکتے اس لیے ہمیں کم از کم ایک سورج گرہن یا چاند گرہن کو حذف کر دینا چاہیے، پس سال بھر کے کل گرہنوں کی تعداد زیادہ سے زیادہ سات ہو سکتی ہے جن میں سے یا پانچ سورج گرہن اور دو چاند گرہن ہونگے یا چار سورج گرہن اور تین چاند گرہن۔

ہر ۱۸ سال میں بالعموم ۴۱ سورج گرہن اور ۲۹ چاند گرہن ہوتے ہیں۔

قرنِ خلدانی

۱۵۰- چونکہ چاند کے عقدوں کا دورِ اقترانی ۶۲ء۳۴۶ یوم کا ہے اور چاند کا دورِ وضعی ۵۳ء۲۹ یوم کا ہے، اس لیے

عقدہ کے ۱۹ اقترانی دور = ۱۹ × ۶۲ء۳۴۶ یوم = ۶۵۸۵ یوم

نیز ۲۲۳ قمریئے یا چاند کے وضعی دور = ۲۲۳ × ۵۳ء۲۹ = ۶۵۸۵ یوم

اِس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ ۶۵۸۵ یوم کی ہر مدت کے بعد، جو وقفۂ ہذا میں ۴ لیپ سال ہونے کی صورت میں ۱۸ سال ۱۱ یوم اور ۵ لیپ سال ہونے کی صورت میں ۱۸ سال ۱۰ یوم کے مساوی ہوتی ہے سورج اور چاند مدارِ قمر کے عقدوں کے لحاظ سے تقریباً اپنے سابقہ محل میں لوٹ کر آتے ہیں۔ قرنِ مذکور کے ختم ہونے کے بعد خسوف و کسوف پھر اُسی ترتیب سے واقع ہونگے جس میں کہ گزشتہ قرن میں واقع ہوئے تھے۔ اِس مدت کو قرنِ خلدانی کہتے ہیں کیونکہ اس کی مدد سے خلدانی ہیئت دان گرہنوں کے وقوع کے اوقات پیش از وقت بتا سکتے تھے۔

گیارھواں باب

وقت

اوسط اور ظاھری وقت۔ وقت کی مساوات

151۔ تیسرے باب میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ شمسی اور کوکبی وقت میں کیا فرق ہے: کوکبی یوم کا طول مستقل ہوتا ہے کیونکہ زمین کی محوری گردش کی رفتار یکساں رہتی ہے لیکن ظاہری شمسی یوم کا طول بدلتا رہتا ہے کیونکہ دورانِ سال میں سورج کے صعودِ مستقیم کی تبدیلی کی شرح یکساں نہیں رہتی۔ اِس عدم تساوی کی وجہ سے گھڑی کو اِس طرح چلانا ناممکن ہے کہ جب سورج نصف النہار پر پہنچے تو اس میں بارہ بجے کا وقت ہو۔ اِس لیے ہماری گھڑیاں ظاھری شمسی وقت کو بتانے کے بجائے اوسط شمسی وقت کو ظاہر کرتی ہیں اور اوسط شمسی وقت سے وہ وقت مراد ہے جو ایک ایسے مفروضہ جرم (جس کو اوسط شمس کہہ سکتے ہیں) کے حرکت کرنے سے حاصل ہوتا جو استوا پر یکساں رفتار کے ساتھ اُسی اوسط شرح سے حرکت کرتا جس سے کہ سورج فی الحقیقت طریقِ شمس پر حرکت کرتا معلوم ہوتا ہے۔

تعریف — اوسط شمسی یوم سے وہ مدت مراد ہے جو نصف النہار پر سے اوسط شمس کے دو متواتر مروروں کے درمیان گزرتی ہے۔

چونکہ اوسط شمس کا صعودِ مستقیم یکساں رفتار سے بدلتا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ اوسط شمسی یوم کا طول مستقل ہوتا ہے۔ کسی آن میں اوسط شمس کا ساعتی زاویہ

آن مذکور میں اوسط وقت کو ظاہر کرتا ہے اور ظاہری یا اصلی سورج کے ساعتی زاویہ سے ظاہری وقت یا دھوپ گھڑی کا وقت تعبیر ہوتا ہے۔

۱۵۲ - **تعریف** — اوسط اور ظاہری وقت کے فرق کو وقت کی مساوات کہتے ہیں۔ اسے مثبت مانا جاتا ہے اگر اوسط وقت ظاہری وقت سے زیادہ ہو اور منفی مانا جاتا ہے اگر ظاہری وقت اوسط وقت سے زیادہ ہو، اس لیے

(اوسط وقت - ظاہری وقت) = (وقت کی مساوات)،

یا (معمولی گھڑی کا وقت) - (دھوپ گھڑی کا وقت) = (وقت کی مساوات)۔

چونکہ شمسِ حقیقی طریق شمس پر حرکت کرتا ہے اور اوسط شمس استوا پر، نیز چونکہ اول الذکر کی حرکت تغیر پذیر ہوتی ہے اور آخر الذکر کی یکساں اِس لیے واضح ہے کہ وقت کی مساوات ذیل کے دو اسباب پر مبنی ہے:-

(۱) مدارِ ارض کے خروج المرکز کی وجہ سے طریقِ شمس پر شمسِ حقیقی کی تغیر پذیر حرکت۔

(۲) طریقِ شمس کا میلان استوا کے ساتھ۔

اب ہم اِن اسباب میں سے ہر ایک پر جُداگانہ غور کرینگے اور ان کے اثرات کو ملانے سے دیکھینگے کہ وقت کی مساوات دَورانِ سال میں کس طرح بدلتی رہتی ہے، نیز اس کی بڑی سے بڑی قیمت کس وقت ہوتی ہے اور چھوٹی سے چھوٹی کس وقت۔

وقت کی مساوات سُورج کی غیر مساوی حرکت کی بنا پر

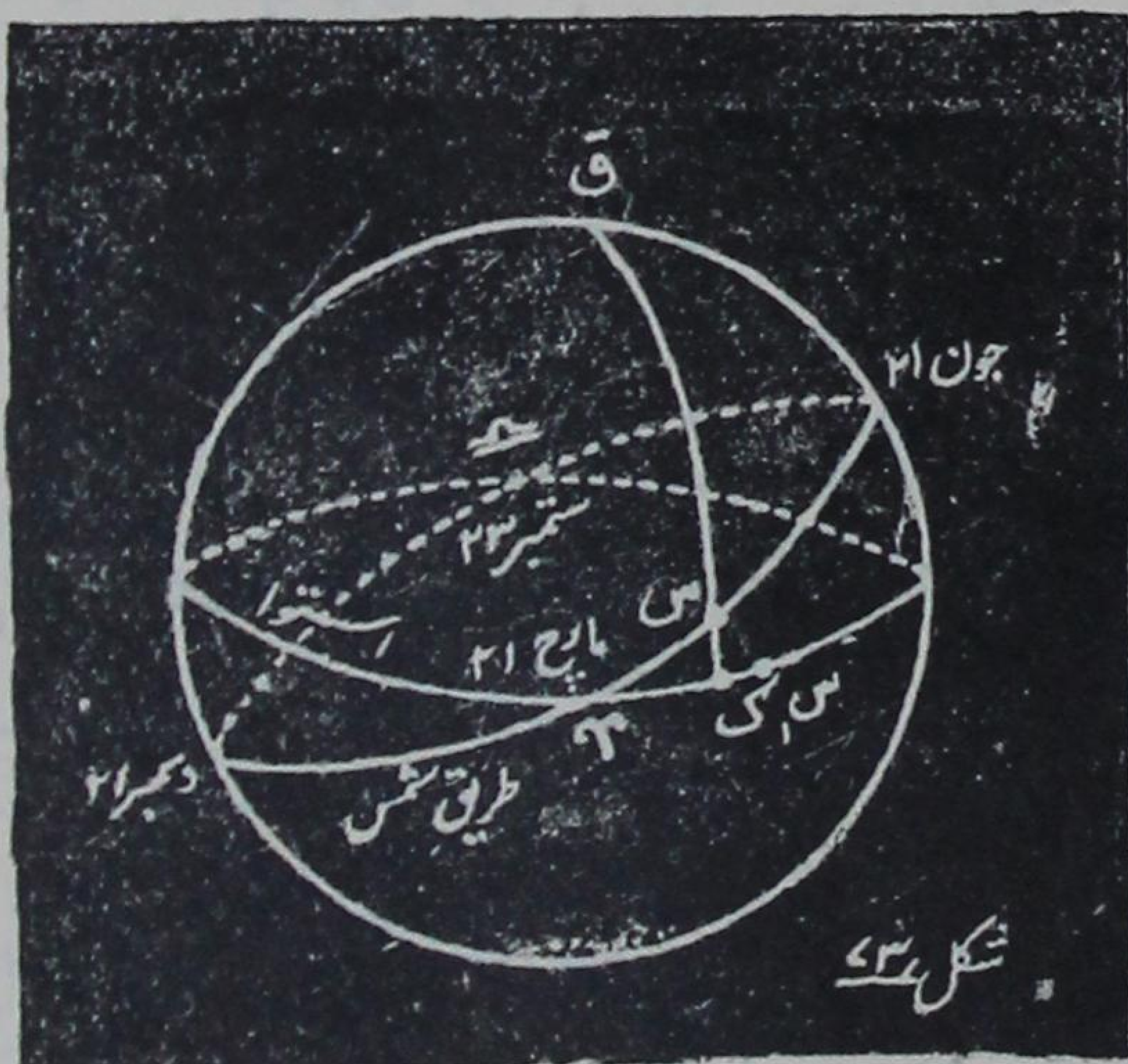
۱۵۳ - دسمبر ۳۱ کو جب کہ زمین مقامِ حضیض پر یعنی سُورج کے قریب ترین ہوتی ہے اُس وقت اس کی رفتار زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے (دفعہ ۶۸) اس لیے اِس وقت سُورج طریق شمس پر مغرب سے مشرق کی طرف جس رفتار سے حرکت کرتا ہے وہ اِس کی اوسط رفتار سے زیادہ ہوتی ہے۔ چونکہ زمین بھی اپنے محور پر مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے اس لیے اس وقت ظاہری یعنی اصلی شمسی یوم طول میں اوسط شمسی یوم سے بڑا ہوتا ہے۔ لہٰذا اگر مقامِ حضیض پر ایک معمولی گھڑی اور دھوپ گھڑی ایک ساتھ چلائی جائیں تو ظاہر ہے کہ ظاہری وقت، اوسط وقت سے بتدریج

پیچھے رہتا جائیگا یعنی دھوپ گھڑی بمقابلہ معمولی گھڑی کے سُست معلوم ہوگی اور یہ سلسلہ تقریباً تین مہینے تک جاری رہیگا حتیٰ کہ طریقِ شمس پر سُورج کی اصلی رفتار اس کی اوسط رفتار کے مساوی ہوجائیگی۔ لہذا وقت کی مساوات کا وہ حصّہ جو سُورج کی غیر مساوی حرکت پر مبنی ہے اپنی بڑی سے بڑی مثبت قیمت یعنی ۷ منٹ پر مارچ کے آخر میں پہنچتا ہے۔ اس کے بعد اُس وقت میں جو دھوپ گھڑی معمولی گھڑی سے گزشتہ تین مہینے کے اندر آگے بڑھ گئی تھی بتدریج کمی شروع ہوتی ہے حتیٰ کہ یکم جولائی کو جب زمین اوج پر پہنچ جاتی ہے تو دھوپ گھڑی اور معمولی گھڑی کا وقت مساوی ہوجاتا ہے اور وقت کی مساوات جہاں تک کہ اِس کا تعلق سُورج کی غیر مساوی حرکت کے ساتھ ہے معدوم ہوجاتی ہے۔

اِسی طرح سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ اوج سے حضیض تک وقت کی مساوات سببِ مذکورہ کی بنا پر منفی ہوتی ہے اور اِس کی بڑی سے بڑی منفی قیمت یعنی ۔۷ منٹ ستمبر کے آخر میں پہنچتی ہے۔

وقت کی مساوات طریقِ شمس کے میلان کی بنا پر

۱۵۴۔ اگر سُورج کی حرکت طریقِ شمس پر یکساں بھی ہوتی تو بھی استوا کے ساتھ طریقِ شمس کے میلان کی وجہ سے اِس کے صعودِ مستقیم کی تبدیلی کی شرح مستقل نہیں ہوسکتی تھی۔ فرض کرو کہ شمسِ حقیقی س اور اوسط شمس س، (شکل ۷۳) اعتدالِ ربیع ♈ سے ایک ساتھ روانہ ہوتے ہیں، اول الذکر طریقِ شمس پر حرکت کرتا ہے اور آخر الذکر استوا پر۔ تب وہ پھر اعتدالِ خریف ♎ پر اکٹھے ہونگے نیز ہر دو انقلابوں پر اُن کے صعودِ مستقیم بھی ایک دوسرے کے مساوی ہونگے پس وقت کی مساوات کا



شکل ۷۳

وہ حصّہ جو محض طریقِ شمس کے میلان پر مبنی ہے سال بھر میں چار دفعہ اعتدالوں اور انقلابوں پر صفر ہو جاتا ہے۔

نیز جس وقت شمسِ حقیقی س (شکل ۴۳) پر ہو تو اُس کا صعود مستقیم ۲ک ہوگا جہاں ق س ک وہ قوس ہے جو قطبِ سماوی اور سورج کے مرکز میں سے گزرتی ہے۔ اب اوسط شمس س، کا مقام (صرف طریقِ شمس کے میلان کے لحاظ سے) معلوم کرنے کے لیے ۲س = ۲س، قطع کرو، ایسا کرنے سے س، ک کے مشرق کی طرف پڑیگا کیونکہ قائم الزاویہ کروی مثلث ۲س ک میں ۲س وتر ہونے کی وجہ سے ۲ک سے بڑا ہے۔ پس شمسِ حقیقی اوسط شمس کے مغرب کی طرف ہونے کی وجہ سے ہر روز نصف النہار کو اوسط شمس کی نسبت پہلے عبور کرتا ہے یعنی دھوپ گھڑی معمولی گھڑی کے مقابلہ میں تیز ہوتی ہے پس وقت کی مساوات کا یہ حصّہ منفی ہوتا ہے اور اِس کی تعداد اُ بڑی سے بڑی قیمت - ۱۰ منٹ ہوتی ہے۔ اِسی طرح سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ انقلاب سے اعتدال تک دھوپ گھڑی معمولی گھڑی سے سست ہوتی ہے اور وقت کی مساوات کا یہ حصّہ مثبت ہوتا ہے جس کی بڑی سے بڑی قیمت + ۱۰ منٹ ہوتی ہے۔

وقت کی مساوات کے ہر دو اجزا کی ترکیب

۱۵۵۔ فرض کرو کہ ھا، = وقت کی مساوات کا وہ حصّہ جو سُورج کی غیر مساوی حرکت پر مبنی ہے۔

ھا۲ = وہ حصّہ جو طریقِ شمس کے میلان پر مبنی ہے۔

اُوپر کے نتائج کا اقتباس کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ

(۱) ھا، سال بھر میں دو دفعہ یعنی دسمبر ۳۱ اور جولائی یکم کو معدوم ہو جاتا ہے اور اِس کی قیمت بڑی سے بڑی یعنی + ۷ منٹ اختتام مارچ پر ہوتی ہے جو بتدریج گھٹتے گھٹتے ستمبر کے آخر میں کم سے کم قیمت یعنی - ۷ منٹ پر پہنچ جاتی ہے۔ (ملاحظہ ہو نقطہ دار خط شکل ۴۲)۔

(۲) ھا۲ سال بھر میں چار دفعہ یعنی انقلابوں اور اعتدالوں پر معدوم ہوتا ہے۔ اعتدال سے لے کر انقلاب تک ھا۲ منفی ہوتا ہے اور انقلاب سے اعتدال تک

مثبت، نیز درمیانی مقامات کے لیے اس کی قیمت + ۱۰ منٹ سے - ۱۰ منٹ تک بدلتی رہتی ہے۔ (ملاحظہ ہو مسلسل منحنی شکل ۷۴)۔

(۳) ما اور ما۲ کا جبریہ حاصل جمع کسی آن میں وقت کی مساوات کو تعبیر کرتا ہے (دیکھو منحنی شکل ۷۵)۔

بحیثیتِ مجموعی وقت کی مساوات سال میں چار بار صفر ہو جاتی ہے

۱۵۶۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ وقت کی مساوات ما۱ اور ما۲ کے جبریہ حاصل جمع کے مساوی ہے اور ما۲ کی بڑی سے بڑی قیمتیں

+ ۱۰ منٹ   - ۱۰ منٹ   + ۱۰ منٹ   - ۱۰ منٹ

ہیں جو بالترتیب مہینوں

فروری   مئی   اگست   نومبر

میں واقع ہوتی ہیں۔

اب چونکہ ما۱ کی عددی قیمت کبھی ± ۷ منٹ سے تجاوز نہیں کرتی اس لیے ظاہر ہے کہ اوپر کے چاروں مہینوں میں وقت کی مساوات (ما۱ + ما۲) کی علامت وہی ہونی چاہیے جو ما۲ کی ہے خواہ ما۱ مثبت ہو یا منفی۔ اِس سے فوراً یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ وقت کی مساوات کی علامت سال بھر میں کم از کم چار مرتبہ بدلتی ہے یعنی

+ ، - ، + ، -

اور اس لیے مثبت سے منفی ہونے میں یا منفی سے مُثبت ہونے میں کم از کم چار[1] بار صفر ہوتی ہے۔

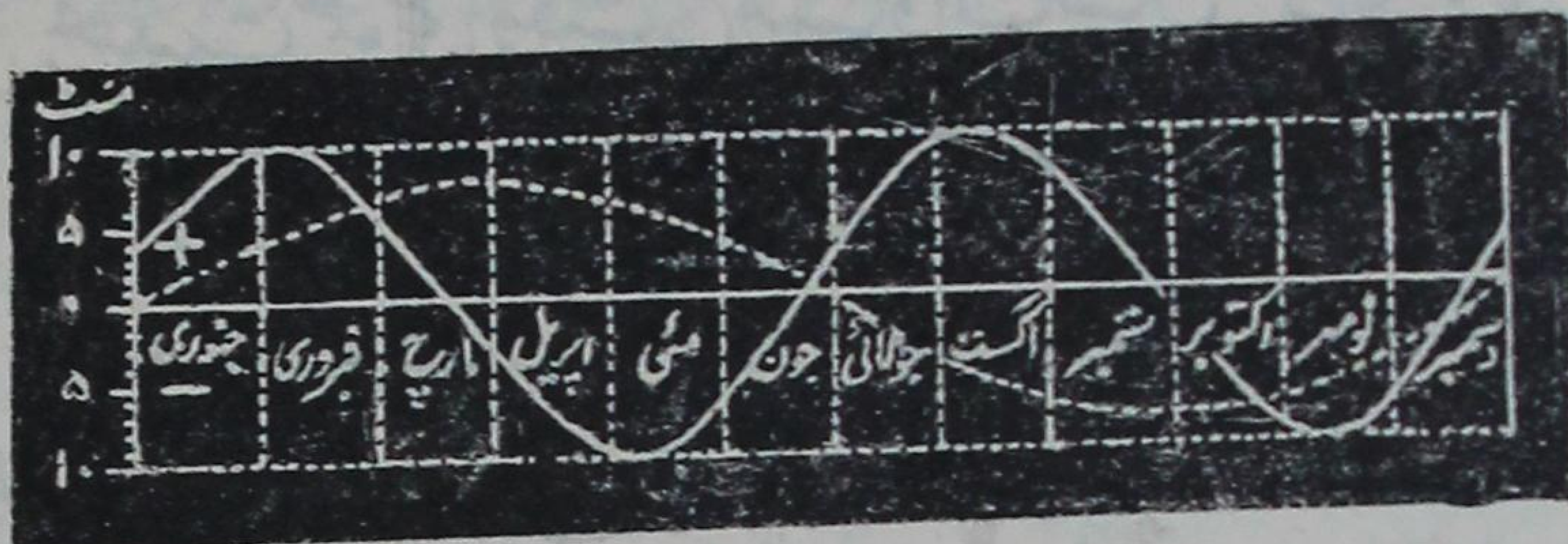
جن تاریخوں پر وقت کی مساوات صفر ہو جاتی ہے وہ تقریباً ۱۶ اپریل، ۱۵ جون، یکم ستمبر اور ۲۵ دسمبر ہیں۔ اِس کی بڑی سے بڑی مثبت قیمت یعنی ۱۴ منٹ ۲۸ سکنڈ فروری ۱۱ کو ہوتی ہے اور زیادہ سے زیادہ منفی قیمت یعنی ۱۶ منٹ ۲۱ سکنڈ

---

[1] شکل ۷۵ کے منحنی کو ملاحظہ کرنے سے ظاہر ہے کہ یہ چار بار سے زیادہ مرتبہ صفر نہیں ہوتی۔

نومبر ۳ کو (ملاحظہ ہو شکل ۷۵ کا منحنی)۔

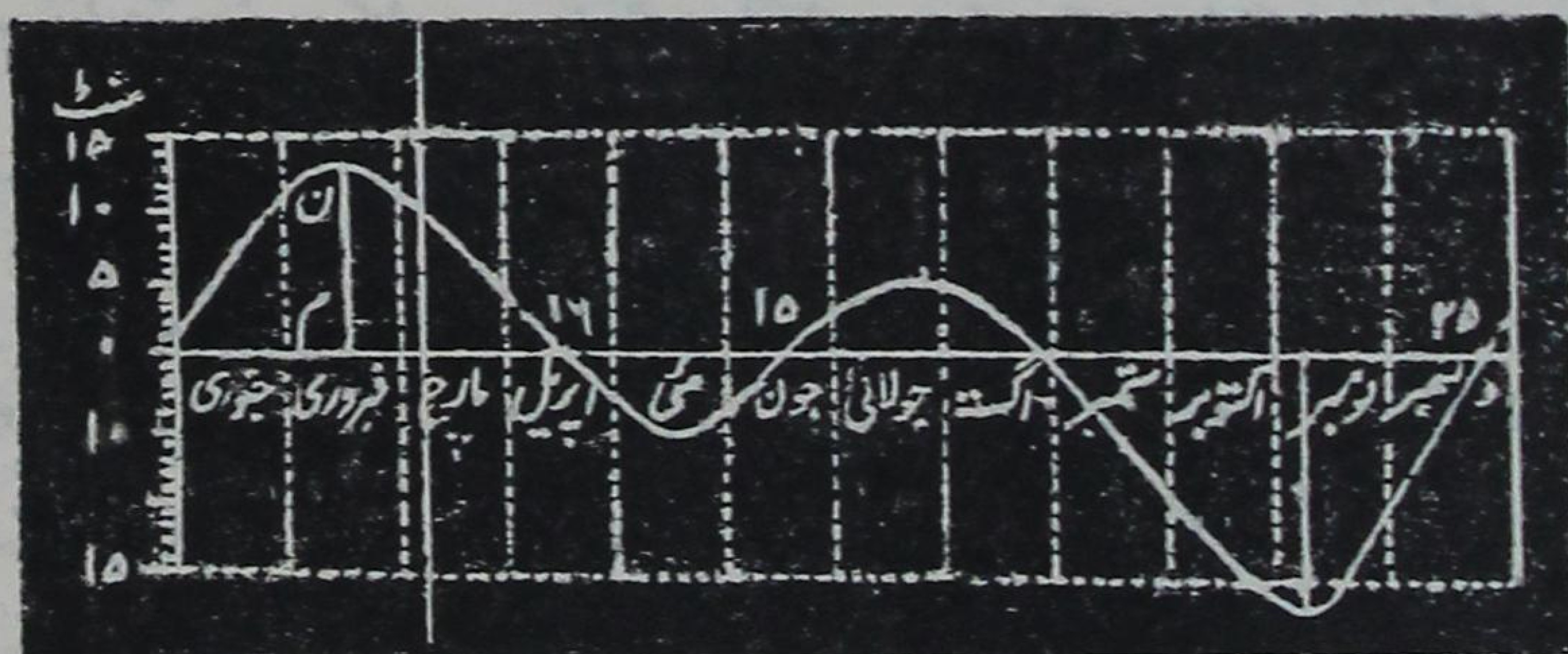
۱۵۷ - اب ہم ترسیمی طور پر دکھا سکتے ہیں کہ وقت کی مساوات سال بھر میں کس طرح بدلتی رہتی ہے، نیز یہ کہ اس کی قیمت زیادہ سے زیادہ کب ہوتی ہے اور کن موقعوں پر یہ بالکل معدوم ہو جاتی ہے۔



شکل ۷۴

یہ منحنیاں وقت کی مساوات کے ہر دو اجزائے ترکیبی کی تبدیلیوں کو ظاہر کرتی ہیں۔

شکل ۷۴ میں نقطہ دار منحنی اس جزوِ ترکیبی کو ظاہر کرتا ہے جو سورج کی غیر مساوی حرکت پر مبنی ہے اور مسلسل منحنی اس جزوِ ترکیبی کو تعبیر کرتا ہے جو طریق شمس کے میلان پر مبنی ہے۔ شکل ۷۵ میں ایک ہی منحنی ہے جو مذکورۂ بالا دونوں منحنیوں کے مجموعی اثر کو ظاہر کرتا ہے اور منحنی پر کے کسی نقطہ کے متناظر وقت کی مساوات اس عمودی فاصلہ سے تعبیر ہوتی ہے جو نقطۂ مذکور اور خطِ صفر کے مابین واقع ہے۔ مثلاً ن کے متناظر وقت کی مساوات ن م ہے۔ خطِ صفر کے نیچے کی طرف منحنی کے سب حصے



شکل ۷۵

منفی قیمتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ جن اوقات پر وقت کی مساوات صفر ہو جاتی ہے وہ اُن نقطوں سے تعبیر ہوتے ہیں جہاں یہ منحنی خطِ صفر کو قطع کرتا ہے۔

صبح[1] اور شام کے طول غیر مساوی ہوتے ہیں

۱۵۸ ۔ ایک دن کے اندر سُورج کے مَیل میں جو تھوڑی سی تبدیلی واقع ہوتی ہے اگر اُس کو نظر انداز کیا جائے تو ہم کہہ سکتے ہیں کہ طلوعِ آفتاب سے لے کر آفتاب کے نصف النہار پر پہنچنے (یعنی ظاہری ظہر تک) کی مدت ظاہری ظہر سے غروبِ آفتاب تک کی مدت کے مساوی ہوتی ہے۔ لیکن اوسط ظہر اور ظاہری ظہر عموماً منطبق نہیں ہوتے اس لئے ہماری گھڑیوں کی رُو سے صبح اور شام کے طول مساوی نہیں ہوتے بلکہ صبح طلوعِ آفتاب سے غروبِ آفتاب تک کی مدت کے نصف سے بقدر وقت کی مساوات کے کم (جبریہ معنوں میں) ہوتی ہے اور شام بقدر اِسی مدت کے زیادہ (جبریہ معنوں میں) ہوتی ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ صبح اور شام کے طولوں کا فرق ہمیشہ وقت کی مساوات کے دو چند کے مساوی ہوتا ہے پس (شام کا طول) ۔ (صبح کا طول) = ۲ (وقت کی مساوات)

انقلابِ سرما کے فوراً بعد شام کا طول بڑھنا شروع ہوتا ہے لیکن صبح کا طول ہنوز گھٹتا جاتا ہے اِس کی توجیہ آسان ہے۔

انقلاب پر ہونے کی وجہ سے سُورج چند دنوں تک ساکن معلوم ہوتا ہے اس لیے اِس دَوران میں ہم اس کے مَیل کو مستقل تصور کر سکتے ہیں اس لیے اس اثنا میں ظاہری ظہر اور غروبِ آفتاب کی درمیانی مدت مستقل رہتی ہے لیکن اس موقع پر چونکہ وقت کی مساوات بڑھتی رہتی ہے (ملاحظہ ہو منحنی شکل ۷۵) اِس لیے ہر روز اوسط ظہر، ظاہری ظہر سے زیادہ پہلے واقع ہوتی ہے اس لیے اوسط ظہر سے غروبِ آفتاب تک کا وقت بڑھتا جاتا ہے اور شام کا طول زیادہ ہوتا جاتا ہے۔

اسی طرح یہ بھی بتایا جا سکتا ہے کہ طلوعِ آفتاب کا ظاہری وقت تو وہی رہتا ہے

---

[1] صبح سے مراد طلوع سے لے کر معمولی گھڑی میں ۱۲ بجے تک کی مدت ہے اور شام سے مراد ۱۲ بجے سے لے کر غروب تک کی مدت ہے۔

لیکن اوسط ظہر یا گھڑی کے لحاظ سے طلوعِ آفتاب ہر روز زیادہ دیر سے ہوتا ہے اس لیے صبح کا طول کم ہوتا جاتا ہے۔ مگر خیال رہے کہ اس کے تھوڑے ہی دنوں بعد سُورج کے مَیل کے بڑھنے سے صبح اور شام دونوں بڑھنے لگتے ہیں:۔

مثالیں

نوٹ۔ ظہر (Noon)

قبلِ ظہر (A.M)

بعدِ ظہر (P.M)

۱۔ اوسط وقت = ۵ گھنٹے ۱۲ منٹ ۲۰ سکنڈ بعد ظہر اور وقت کی مساوات = + ۵ منٹ ۲۵ سکنڈ دونوں دیے ہوئے ہیں۔ ظاہری وقت معلوم کرو۔

جواب ۵ گھنٹے ۲۰ منٹ ۵۵ سکنڈ بعدِ ظہر۔

۲۔ اگر نومبر ۳ کو جب کہ وقت کی مساوات کی بڑی سے بڑی منفی قیمت یعنی ۱۶ منٹ ۲۱ سکنڈ ہو ظاہری وقت ۱۰ گھنٹے ۴ منٹ ۱۵ سکنڈ قبلِ ظہر ہو تو اوسط وقت معلوم کرو۔

جواب ۹ گھنٹے ۴ منٹ ۵۴ سکنڈ قبلِ ظہر۔

۳۔ سوالات (۱) اور (۲) میں ظاہری ظہر کا اوسط وقت معلوم کرو۔

جواب (۱) ۵ منٹ ۲۵ سکنڈ بعدِ ظہر۔

(۲) ۱۱ گھنٹے ۴۳ منٹ ۳۹ سکنڈ قبل ظہر۔

۴۔ نومبر ۳ کو دھوپ گھڑی، معمولی گھڑی سے ۱۶ منٹ ۲۱ سکنڈ تیز ہے۔ اگر طلوعِ آفتاب کا وقت ۶ گھنٹے، ۵ منٹ قبلِ ظہر معلوم ہو تو غروبِ آفتاب کا وقت معلوم کرو۔

جواب ۴ گھنٹے ۳۰ منٹ ۱۸ سکنڈ بعدِ ظہر۔

۵۔ یہ معلوم ہے کہ کسی خاص دن طلوعِ آفتاب ۶ گھنٹے ۴۵ منٹ قبلِ ظہر اور غروب ۴ گھنٹے ۳۳ منٹ بعدِ ظہر کو ہُوا۔ اِس سے وقت کی مساوات معلوم کرو۔

جواب -۱۶ منٹ ۳۰ سکنڈ۔

۶۔ سوال ۵ میں بتاؤ کہ صبح کا طول شام کے طول سے کتنا زیادہ ہے۔

جواب ۳۳ منٹ۔

مقامی وقت

۱۵۹ - چونکہ زمین اپنے محور پر مغرب سے مشرق کی طرف یکساں رفتار سے حرکت کرتی ہے اس لیے ظاہر ہے کہ سطح زمین پر کوئی مقام جتنا زیادہ مشرق کی طرف واقع ہوگا، سورج مقامِ مذکور کے نصف النہار کو اتنا ہی جلدی عبور کریگا، اس لیے اس جگہ کا مقامی وقت زیادہ گزر چکا ہوگا۔

جس وقت کسی مقام پر ظہر کا وقت ہوتا ہے یعنی ۱۲ بجتے ہیں اُس وقت مقامِ مذکور سے مشرق کی طرف ۱۵° فاصلہ کے مقام پر ۱ بجے (بعد ظہر) کا وقت ہوتا ہے، اور جو مقام ۱۵° کے فاصلہ پر مغرب کی طرف ہو وہاں ۱۱ بجے (قبل ظہر) کا وقت ہوتا ہے۔ کیونکہ

۲۴ گھنٹوں میں ۳۶۰° طے ہوتے ہیں

∴ ۱ گھنٹہ میں ۱۵° " " "

دو مقامات ا اور ب کے طولِ بلد معلوم ہیں اور ان میں سے ایک مقام ا پر کا وقت بھی معلوم ہے، دوسرے مقام ب پر کا وقت معلوم کرو۔

قاعدہ - ان مقاموں کے جو طول بلد ہیں اُن کے جبریہ فرق کو ۱۵ پر تقسیم کرو اس سے مقامی وقتوں کا فرق حاصل ہوگا۔ اس فرق کو مقام ا پر کے وقتِ معلومہ میں سے تفریق کرو اگر مقام ب، ا سے مغرب کی طرف ہو۔ اور جمع کرو اگر ب، ا سے مشرق کی طرف ہو۔

مثال - جب ڈبلن (طول بلد ۶° ۲۰' غرب) کا وقت ۳ بجے شام ہو تو بتاؤ نیویارک (طولِ بلد ۷۴° ۱۰' غرب) میں کیا وقت ہوگا؟

یہاں طول بلدوں کا فرق = ۶۷° ۵۰'

۱۵ پر تقسیم کرنے سے

ہر دو مقامات کے طول بلدوں کا فرق = ۴ گھنٹے ۳۱ منٹ ۲۰ سکنڈ

چونکہ نیویارک ڈبلن کے مغرب کی طرف ہے اس لیے وقت کم ہونا چاہیے۔ پس ہم ۳ بجے شام میں سے یعنی ۱۵ گھنٹوں میں سے ۴ گھنٹے ۳۱ منٹ ۲۰ سکنڈ تفریق کرتے ہیں۔

گھنٹے	منٹ	سکنڈ
۱۵	۰	۰
۴	۳۱	۲۰
نیویارک کا وقت = ۱۰	۲۸	۴۰ قبل ظہر

اگر ایک طول بلد شرقی ہو اور دوسرا غربی ہو تو اُن کا جبریہ فرق اِن طول بلدوں کو جمع کرنے سے حاصل ہوگا۔

نوٹ ۔ اِسی طرح اگر دو مقاموں کے طول بلد معلوم ہوں اور ان میں سے ایک مقام پر کا کوکبی وقت معلوم ہو تو دوسرے مقام پر کا کوکبی وقت معلوم ہو سکتا ہے کیونکہ زمین اپنے محور کے گرد ۳۶۰° میں سے ۲۴ کوکبی گھنٹوں میں گھومتی ہے اور اس لیے ثابت ستاروں کے لحاظ سے ۱۵° ایک کوکبی گھنٹے کے مساوی ہوتے ہیں۔

اوسط وقت کی کسی دی ہوئی مدت کو کوکبی وقت میں تحویل کرنا اور اُس کا معکوس عمل

۱۶۰ ۔ ایک سال میں $\frac{1}{4}$ ۳۶۵ اوسط شمسی یوم ہوتے ہیں اور $\frac{1}{4}$ ۳۶۶ کوکبی یوم ہوتے ہیں کیونکہ طریق شمس پر سال بھر میں ایک گردش پوری کرنے کی وجہ سے سورج کی یومیہ گردشوں کی تعداد ثابت ستاروں کے مقابلہ میں ایک کم ہوتی ہے۔

∴ $\frac{1}{4}$ ۳۶۵ اوسط شمسی یوم = $\frac{1}{4}$ ۳۶۶ کوکبی یوم

اِس لیے اگر اوسط وقت کی کوئی مدت م ہو اور کوکبی وقت کی متناظر مدت ک ہو تو

$\frac{1}{4}$ ۳۶۵ : $\frac{1}{4}$ ۳۶۶ : : م : ک

اگر م معلوم ہو تو اِس تناسب سے ک کی قیمت نکل سکتی ہے ۔ اور برعکس اس کے ۔

مثالیں

۱ ۔ اوسط وقت کی مدت ۔ دن ۱۶ گھنٹے ۱۵ منٹ ۲۳ سکنڈ کو کوکبی وقت میں بیان کرو۔

جواب ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۳ سکنڈ

۲- کوکبی وقت کی مدت ۱۲ گھنٹے ۱۶ منٹ ۲۶ سکنڈ کو اوسط وقت میں بیان کرو۔

جواب ۱۲ گھنٹے ۱۴ منٹ ۱۶ سکنڈ۔

نوٹ - اُوپر کے ضابطہ کی مدد سے ہم کسی آن پر کے اصلی اوسط وقت کو کوکبی وقت میں تحویل نہیں کرسکتے اور نہ اس کے برعکس کوکبی وقت کو اوسط وقت میں تحویل کرسکتے ہیں۔ ایسا کرنے کا طریقہ حسبِ ذیل ہے:-

کسی خاص آن میں گرینچ کا کوکبی وقت معلوم ہے آنِ مذکور میں اوسط وقت کی تعیین۔

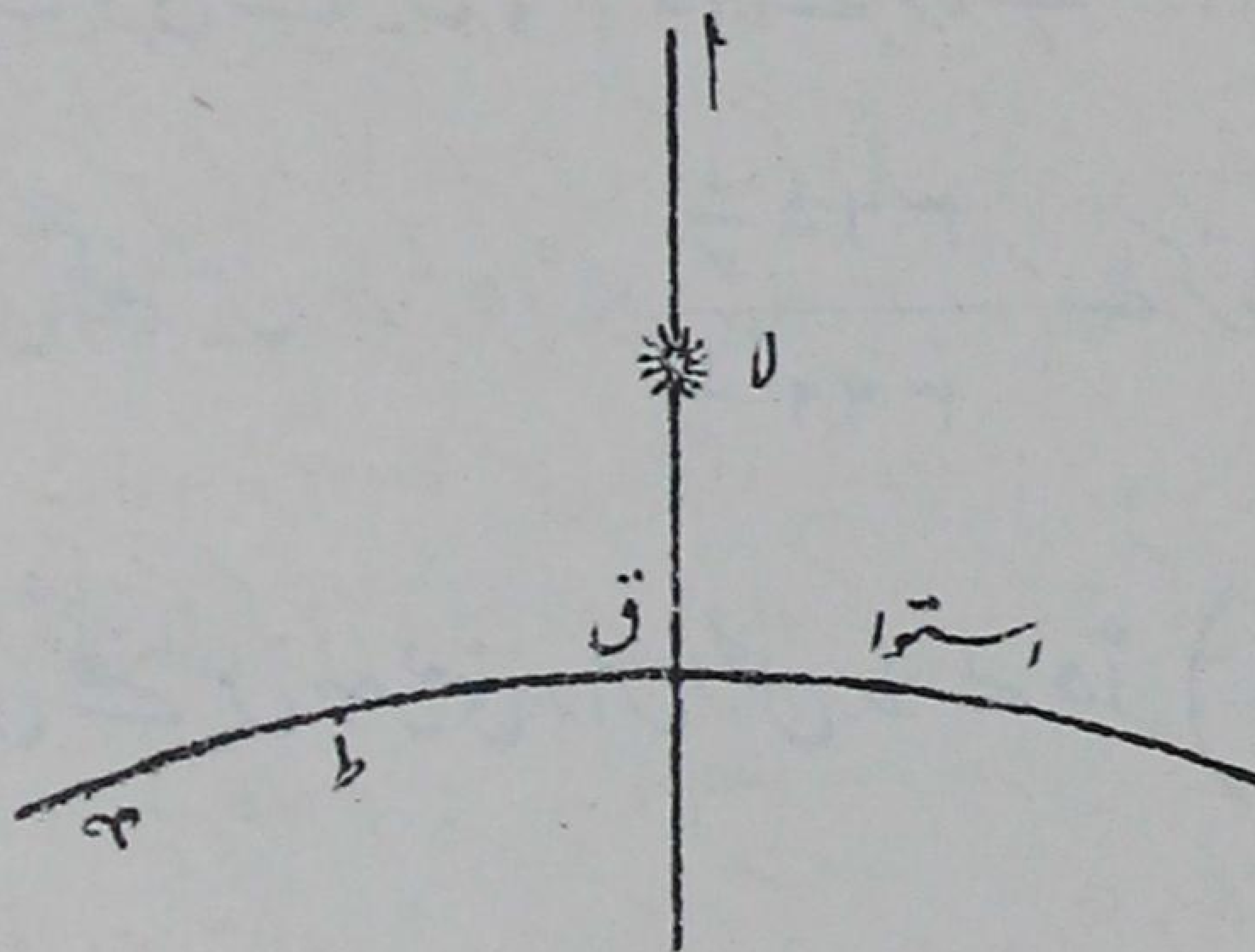
۱۶۱- فرض کرو کہ ا ق نصف النہار کو تعبیر کرتا ہے، ♈ ق استوائے سماوی ہے اور ط اوسط شمس ہے:-

تب ق ♈ = کوکبی وقت (قوسی پیمائش کے لحاظ سے)

ق ط = اوسط وقت (قوسی پیمائش کے لحاظ سے)

♈ ط = اوسط شمس کا صعودِ مستقیم

لیکن ق ط = ق ♈ - ط ♈



شکل ۷۱

اب فرض کرو کہ

ط = اوسط وقت کسی آن میں اوسط گھنٹوں کی رقموں میں

ک = تناظر کوکبی وقت، کوکبی گھنٹوں کی رقموں میں

ص = آنِ مذکور میں اوسط شمس کا صعودِ مستقیم کوکبی گھنٹوں کی رقموں میں

اور ص. = گری نچ پر اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم کوکبی گھنٹوں کی رقموں میں۔

اب

قوس ا ق = ۱۵ ط درجے کیونکہ اوسط شمس ایک اوسط گھنٹے میں ۱۵° طے کرتا ہے۔

قوس ح ق = ۱۵ ک درجے، کیونکہ راس الحمل ایک کوکبی گھنٹے میں ۱۵° طے کرتا ہے۔

اور

قوس ح ا = ۱۵ ص درجے، کیونکہ صعودِ مستقیم کے ۱۵° ایک کوکبی گھنٹہ کے مساوی ہوتے ہیں

∴ ۱۵ ط = ۱۵ ک - ۱۵ ص

یا ط = ک - ص

یا اوسط وقت (اوسط گھنٹوں میں) = اوسط وقت (کوکبی گھنٹوں میں)

- آنِ مذکور پر اوسط شمس کا صعودِ مستقیم (کوکبی گھنٹوں میں)

نیز آنِ مذکور پر کے کوکبی وقت اور گزشتہ اوسط ظہر کے کوکبی وقت کی درمیانی مدت = ک - ص. کوکبی گھنٹے۔

لیکن ایک کوکبی گھنٹے میں ح، ۱۵° طے کرتا ہے۔

∴ ایک کوکبی گھنٹے میں ط، ۱۵° × (۳۶۵ ۱/۴) / (۳۶۶ ۱/۴) طے کرتا ہے۔

∴ ایک کوکبی گھنٹے میں ح یعنی راس الحمل ط سے ۱۵° (۱ - (۳۶۵ ۱/۴) / (۳۶۶ ۱/۴)) آگے بڑھ جاتا ہے

∴ (ک - ص.) کوکبی گھنٹوں میں ح یعنی راس الحمل ط سے ۱۵° (ک - ص.) (۱ - (۳۶۵ ۱/۴) / (۳۶۶ ۱/۴)) آگے بڑھ جاتا ہے۔

∴ ۱۵° ص = ۱۵° ص. + ۱۵° (ک - ص.) (۱ - (۳۶۵ ۱/۴) / (۳۶۶ ۱/۴))

یا ص = ص. + (ک - ص.) (۱ - ۳۶۵ ۱/۴ ÷ ۳۶۶ ۱/۴)

لیکن ط = ک - ص

∴ ط = ک - ص. - (ک - ص.) (۱ - ۳۶۵ ۱/۴ ÷ ۳۶۶ ۱/۴)

یعنی ط = (ک - ص.) ۳۶۵ ۱/۴ ÷ ۳۶۶ ۱/۴

اِس لیے کوکبی وقت کو کسی آن میں گری نج کے اوسط وقت میں تحویل کرنے کے لیے ہمیں ذیل کا کلیہ حاصل ہوتا ہے :۔

قاعدہ۔ دیے ہوئے کوکبی وقت میں سے ظہر کے وقت اوسط شمس کے صعودِ مستقیم کو تفریق کرو اور جواب کو اوسط وقت میں تحویل کرو۔

بحری جنتری میں گری نج پر ہر روز اوسط شمس کے وقتِ ظہر کا صعودِ مستقیم درج ہوتا ہے۔ ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم صریحاً وہی ہوتا ہے جو اوسط ظہر کا کوکبی وقت ہوتا ہے۔

مثال۔ یہ دیا گیا ہے کہ کوکبی وقت = ۵ گھنٹے ۳۲ منٹ ۳۷ سکنڈ اور اوسط ظہر کو اوسط شمس کا صعودِ مستقیم = ۷ گھنٹے ۳۷ منٹ ۳۲ سکنڈ۔ اوسط وقت معلوم کرو۔

	گھنٹے	منٹ	سکنڈ
یہاں کوکبی وقت	= ۵ (+۲۴ گھنٹے)	۳۲	۳۷
ظہر کے وقت شمسِ اوسط کا صعودِ مستقیم	= ۷	۳۷	۳۲
∴ اوسط وقت	= ۲۱	۵۵	۵

(کوکبی گھنٹوں، وغیرہ، کی رقموں ہیں)

اِس کو اوسط گھنٹوں،...... میں تحویل کرنے سے ہمیں اوسط وقت حاصل ہوتا ہے یعنی ۲۱ گھنٹے ۵۱ منٹ ۳۰ سکنڈ یا ۹ گھنٹے ۱۵ منٹ ۳۰ سکنڈ قبل ظہر

کسی آن میں گری نج کا اوسط وقت معلوم ہے، آنِ مذکور کے

کوکبی وقت کی تعیین کرو۔

حسبِ سابق عمل کرنے سے

۱۵ ک درجے = ۱۵ ط درجے + ۱۵ ص درجے

∴ ک = ط + ص

یا کوکبی وقت (کوکبی گھنٹوں میں) = اوسط وقت (اوسط گھنٹوں میں) + آنِ مذکور میں شمسِ اوسط کا صعودِ مستقیم (کوکبی گھنٹوں میں)

اب ۱ اوسط گھنٹہ میں ط، ۱۵° طے کرتا ہے

∴ ۱ اوسط گھنٹہ میں ♈، $۱۵° \times \frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}}$ طے کرتا ہے

∴ ۱ اوسط گھنٹہ میں راس الحمل، ط سے $۱۵° \times \frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}}$ آگے بڑھ جاتا ہے۔

∴ ط اوسط گھنٹوں میں راس الحمل، ط سے $۱۵° \times$ ط $\left(\frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}} - ۱\right)$ آگے بڑھ جاتا ہے۔

∴ ۱۵°ص = ۱۵°ص. + ۱۵° ط $\left(\frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}} - ۱\right)$

یا ص = ص. + ط $\left(\frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}} - ۱\right)$

لیکن ک = ط + ص

∴ ک = ط + ص. + ط $\left(\frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}} - ۱\right)$

اس کو لفظوں میں یوں بھی بیان کر سکتے ہیں کہ :-

قاعدہ ۱ ۔ اوسط شمس کے وقتِ ظہر کے صعودِ مستقیم ص میں (جو کوکبی گھنٹوں کی رقموں میں بیان ہو) ط $\left(\frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}} - ۱\right)$ کو یعنی

کوکبی گھنٹوں کی رقموں میں اُس تبدیلی کو جو اِس صعودِ مستقیم کے اندر ط اوسط شمسی گھنٹوں میں پیدا ہوئی ہے جمع کردو۔ حاصل جمع کوکبی اکائیوں میں اوسط شمس کے صعودِ مستقیم کو تعبیر کرتا ہے۔ اگر ہم اس مصححہ صعودِ مستقیم میں (جو کوکبی اکائیوں میں بیان ہو) اوسط وقت کو (جو اوسط اکائیوں میں بیان ہو) جمع کریں تو ہمیں آنِ منظورہ پر کوکبی وقت (کوکبی اکائیوں میں) حاصل ہوگا۔

اِس کلیہ کو حسبِ ذیل طریقہ سے مختصر بھی کرسکتے ہیں:۔

ضابطہ

$$ک = ط + ص. + ط\left(\frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}} - ۱\right)$$

بعد از اختصار $ک = ط \times \frac{۳۶۶\frac{۱}{۴}}{۳۶۵\frac{۱}{۴}} + ص.$ ہوجاتا ہے۔

پس کُلیہ مذکورۂ بالا اِس طرح لکھا جاسکتا ہے:۔

قاعدہ ۲۵ ۔ اوسط وقت کو کوکبی اکائیوں میں تحویل کرو اور جواب کو اوسط شمس کے وقتِ ظہر کے صعودِ مستقیم میں (جو کوکبی اکائیوں کی رقموں میں بیان ہو) جمع کردو۔ حاصل جمع (کوکبی اکائیوں میں) مطلوبہ کوکبی وقت ہوگا۔

مثال ۔۔۔ یہ دیا ہوا ہے کہ بوقتِ اوسط ظہر جب اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ۱۶ گھنٹے ۳۲ منٹ ۹ سکنڈ ہو تو اوسط وقت ۳ گھنٹے ۲۰ منٹ ۵۰ سکنڈ بعدِ ظہر ہے۔ کوکبی وقت معلوم کرو۔

پہلا طریقہ کُلیہ اوّل کے مطابق

کوکبی وقت = اوسط وقت + اوسط شمس کا صعودِ مستقیم

		گھنٹے	منٹ	سکنڈ
یہاں دوپہر کو اوسط شمس کا صعودِ مستقیم	=	۱۶	۳۲	۹
۳ گھنٹے ۲۰ منٹ ۵۰ سکنڈ میں تبدیلی	=	۰	۰	۳۳
		۱۶	۳۲	۴۲
اوسط وقت	=	۳	۲۰	۵۰
∴ کوکبی وقت	=	۱۹	۵۳	۳۲

دُوسرا طریقہ کلیۂ دوم کی رُو سے

		گھنٹے	منٹ	سکنڈ
اوسط وقت	=	۳	۲۰	۵۰
اوسط وقت بعد تحویل کوکبی اکائیوں میں	=	۳	۲۱	۲۳
اوسط شمس کا صعودِ مستقیم بوقتِ ظہر	=	۱۶	۳۲	۹
∴ کوکبی وقت	=	۱۹	۵۳	۳۲

کسی نصف النہار (ضروری نہیں کہ یہ نصف النہار گری نچ کا نصف النہار ہو) کے کوکبی وقت کی اوسط شمسی وقت میں تبدیلی اور اس کا برعکس عمل -

۱۶۲ - چونکہ بحری جنتری میں اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم صرف گری نچ کے لیے مندرج ہوتا ہے اِس لیے کسی اَور نصف النہار کے لیے ہمیں حسب ذیل عمل کرنا پڑیگا -

قاعدہ - دیے ہوئے وقت کو خواہ وہ کوکبی ہو یا اوسط شمسی گری نچ کے وقت میں (حسبِ دفعہ ۱۵۹) تحویل کرو - پھر اوسط شمس کے وقتِ ظہر کا صعودِ مستقیم معلوم کر کے گری نچ کا کوکبی وقت بموجب طریقۂ مصرحۂ بالا اوسط شمسی وقت میں تحویل کیا جاسکتا ہے یا اِس کے برعکس عمل ہوسکتا ہے اور نتیجہ مکرر دیے ہوئے مقام کے نصف النہار کے لحاظ سے تحویل کیا جاتا ہے -

مثال - اگر ۱۲ بجے ظہر کو گری نچ میں اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ۱۰ گھنٹے ہو تو معلوم کرو کہ ۶۰° مغرب طول بلد کے ایک مقام پر معمولی گھڑی میں اُسی دن کیا وقت ہوگا

جب کہ ہیئتی گھڑی میں ۱۴ گھنٹے کا وقت ہو۔ (ٹرینٹی کالج ڈبلن ہلاری ۱۸۹۳ء)

یہاں مقامی کوکبی وقت = ۱۴ کوکبی گھنٹے

∴ گری نج کا کوکبی وقت = ۱۴ + ۶۰/۱۵ = ۱۸ کوکبی گھنٹے

لیکن اوسط وقت = کوکبی وقت ۔ اوسط شمس کا صعودِ مستقیم

= ۱۸ - ۱۰ = ۸ کوکبی گھنٹے

لیکن ۸ کوکبی گھنٹے = ۷ گھنٹے ۵۸ منٹ ۴۱ سکنڈ اوسط وقت (دفعہ ۱۶۰)

∴ گری نج کا اوسط وقت = ۷ گھنٹے ۵۸ منٹ ۴۱ سکنڈ بعدِ ظہر

لیکن گری نج اور مقامی اوسط وقتوں کا فرق = ۴ اوسط شمسی گھنٹے

∴ مقامی اوسط وقت = ۳ گھنٹے ۵۸ منٹ ۴۱ سکنڈ بعد ظہر۔

یہ معلوم کرنا کہ کوئی ستارہ نصف النہار کو کس وقت عبور کریگا

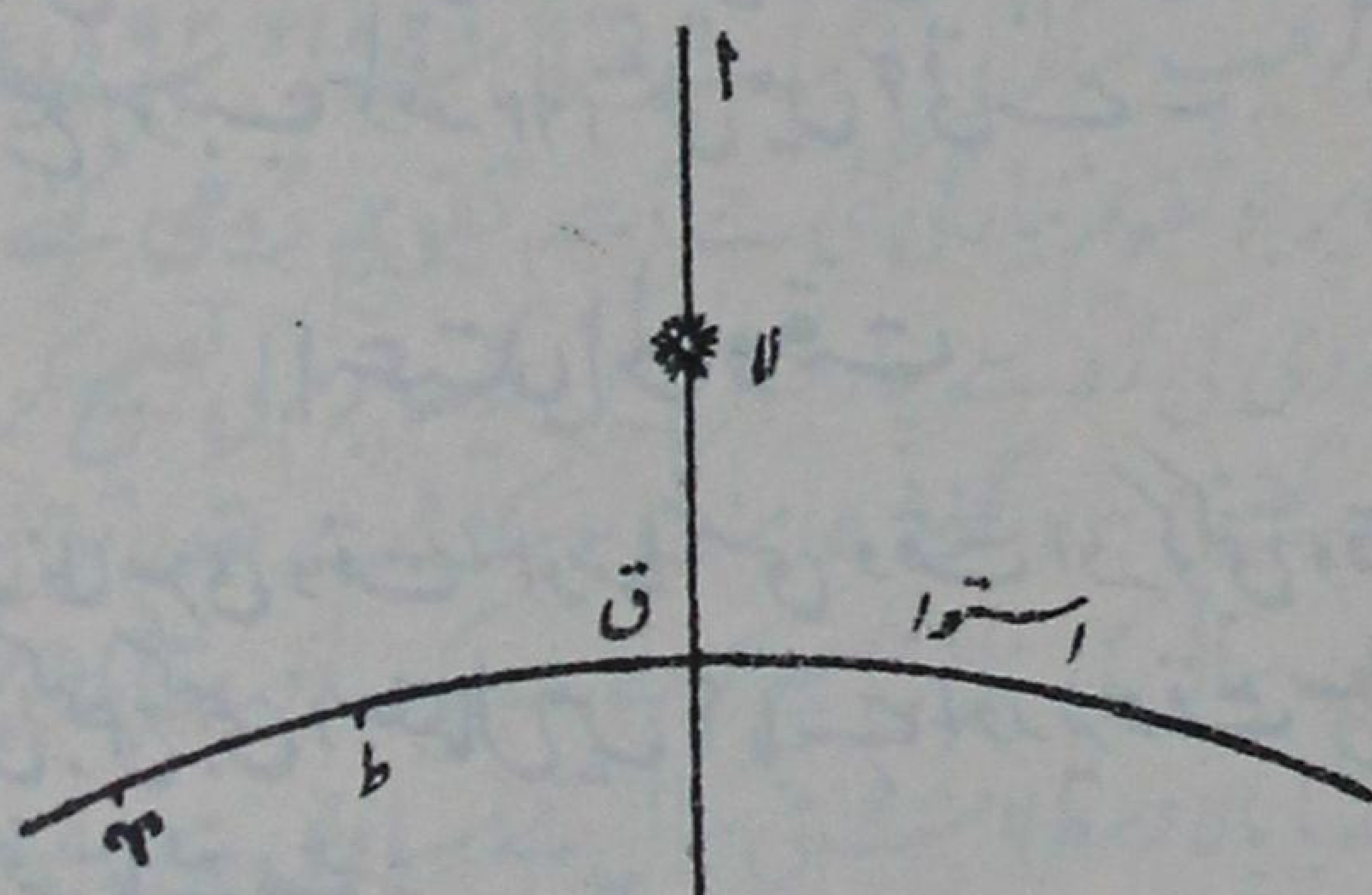
۱۶۴ — فرض کرو کہ لا نصف النہار ا ق پر ایک ستارہ کو تعبیر کرتا ہے۔ (ملاحظہ ہو شکل ۷۷)۔ اور ط اوسط شمس ہے۔ اِس لیے

۲ ق = ستارہ کا صعودِ مستقیم

۲ ط = اوسط شمس کا صعودِ مستقیم

ق ط = ستارہ کے مرور کا اوسط وقت (قوس میں)

لیکن ق ط = ۲ ق - ۲ ط



شکل ۷۷

اس لیے ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے جس میں سب مقادیر قوس میں بیان کی گئی ہیں :-

مرور کا اوسط وقت = ستارہ کا صعودِ مستقیم - اوسط شمس کا صعودِ مستقیم

مثال - بتاؤ کہ ستارہ (عہ) عقاب کس وقت گری نج کے نصف النہار کو عبور کریگا؟ یہ معلوم ہے کہ ستارہ کا صعودِ مستقیم ۱۹ گھنٹے ۴۳ منٹ ۵۱ سکنڈ ہے اور گری نج پر اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ۰ گھنٹہ ۶ منٹ ۴۰ سکنڈ ہے۔

		گھنٹے	منٹ	سکنڈ	
ستارہ کا صعودِ مستقیم	=	۱۹	۴۳	۵۱	
اوسط شمس کا صعودِ مستقیم	=	۰	۶	۴۰	
∴ مرور کا اوسط وقت	=	۱۹	۳۷	۱۱	(کوکبی اکائیوں میں)

۱۹ گھنٹے، ۳۷ منٹ ۱۱ سکنڈ کو اوسط وقت میں تحویل کرنے سے (بموجب دفعہ ۱۶۰) ہمیں حاصل ہوتا ہے :-

		گھنٹے	منٹ	سکنڈ	
مرور کا اوسط وقت	=	۱۹	۳۳	۵۸	(بعد اوسط دوپہر)
	=	۷	۳۳	۵۸	(قبل دوپہر)

نوٹ - جب مرور گری نج کے نصف النہار پر واقع نہ ہو بلکہ کسی اور نصف النہار پر واقع ہو تو گری نج اور موخر الذکر مقام کے طول بلدوں کے تفاوت کے لحاظ سے اوسط شمس کے مقام میں جو تبدیلی ہوتی ہے اُس کے لیے مناسب تصحیح کرلینی چاہیے - یہ تصحیح بموجب دفعہ ۱۶۲ عمل میں آتی ہے -

اعتدالی وقت

۱۶۴ - ظاہری وقت، اوسط شمسی وقت اور کوکبی وقت کے علاوہ ایک اَور قسم کا وقت بھی کبھی کبھی استعمال میں آتا ہے اور یہ وقت سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کے غیر تابع ہے -

کسی آن پر اعتدالی وقت سے وہ مدت مراد ہوتی ہے جو گزشتہ اعتدالِ ربیع سے آنِ مذکور تک گزری ہو اور جو شمسی دن، گھنٹوں، وغیرہ میں ناپی جائے۔

تقویم

۱۶۵ ـ دیوانی سال میں ایّام کی ایک صحیح تعداد ہوتی ہے یعنی ۳۶۵۔ لیکن سُورج کو طریقِ شمس پر ایک پوری حرکت کی تکمیل میں تقریباً ۱/۴ ۳۶۵ یوم لگتے ہیں۔ ایک اعتدالِ ربیع سے بعد کے اعتدالِ ربیع تک کی ٹھیک مدت ۳۶۵ یوم ۵ گھنٹے ۴۸ منٹ ۴۵ء۵۵ سکنڈ ہے۔ اِس مدت کو شمسی سال کہتے ہیں۔ کوکبی سال یعنی وہ مدت جو سُورج کو ثابت ستاروں کے لحاظ سے اُسی مقام پر آنے میں صَرف ہوتی ہے وہ بوجہ اعتدالوں کے استقبال کے شمسی سال سے قدرے زیادہ ہوتی ہے۔

ظاہر ہے کہ دیوانی سال کو ۳۶۵ یوم کے مساوی لینے سے بمقابلہ سالِ شمسی کے ۵ گھنٹے ۴۸ منٹ ۴۵ء۵۵ سکنڈ کی خطا واقع ہوتی ہے جو چار سال میں ۲۳ گھنٹے ۱۵ منٹ ۲ سکنڈ یعنی تقریباً ایک یوم کے مساوی ہو جاتی ہے۔ اگر اس خطا کی تصحیح نہ کی جائے تو صریحاً اس کا یہ نتیجہ ہوگا کہ اعتدالوں اور انقلابوں کی تاریخیں ہر چار سال کی مدت میں ایک یوم بعد واقع ہونگی۔

۱۶۶ ـ دیوانی سال کے طول کو شمسی سال کے طول کے قریب لانے کے متعلق پہلی باقاعدہ کوشش جولیس[ل] سیزر کے عہد میں عمل میں آئی اور یہ طے کیا گیا کہ ہر چوتھے سال میں ایک دن ایزاد کر دیا جائے یعنی چوتھے سال میں ۳۶۶ یوم ہُوا کریں۔ اِس قسم کے سال کو لیپ سال کہتے ہیں۔ اور جو سنین کہ ۴ پر پورے تقسیم ہو جاتے ہیں اُن کو لیپ سال مانا گیا ہے مثلاً ۱۸۸۸ء، ۱۸۹۲ء وغیرہ۔

اِس بنا پر جو تقویم تیار کی گئی ہے اُسے تقویمِ رُومی کہتے ہیں۔

تقویمِ رُومی کی رُو سے چار سال میں ایک یوم کی تصحیح کر لی جاتی ہے لیکن ایک یوم یعنی ۲۴ گھنٹے، ۲۳ گھنٹے ۱۵ منٹ ۲ سکنڈ سے بقدر تقریباً ۴۵ منٹ کے زیادہ ہے۔ اس لیے لیپ سال کی بنا پر تصحیح کرنے سے ایک اور مقابلۃً چھوٹی خطا جو ۴ سال میں ۴۵ منٹ کے یا بالاوسط ۱۱ منٹ فی سال کے مساوی ہے پیدا ہوتی ہے۔ یہ خطا ۴۰۰ سال میں تقریباً ۳ دن کے مساوی ہو جاتی ہے۔

ل Julius Cæsar

بناءً علیہ تقویم رُومی میں پاپائے غریغوری (۱۳) نے ۱۵۸۲ء میں مزید تصحیح کی جس کو تصحیح غریغوری کہتے ہیں، اِس کی رُو سے ہر سنہ جو محض ۱۰۰ کا ضعف ہو مثلاً ۱۷۰۰، ۱۸۰۰، ۱۹۰۰ اور جو تقویم رُومی کے مطابق لیپ سال ہوتا ہے، معمولی سنہ تصور کیا جاتا ہے لیکن وہ سنہ جو ۴۰۰ پر پورا تقسیم ہو جائے مثلاً ۲۰۰۰، ۲۴۰۰ وغیرہ وغیرہ، لیپ سال شمار کیا جاتا ہے۔ ظاہر ہے کہ اِس طریقۂ عمل سے ۴۰۰ سال میں ۳ دن کی مندرجۂ بالا غلطی کا اِنسداد ہو جاتا ہے۔

تصحیح غریغوری کے نفاذ کے بعد بھی نہایت خفیف سی خطا موجود رہتی ہے لیکن یہ اس قدر چھوٹی ہے کہ ۲۰ ہزار سال میں ایک دن سے تجاوز نہیں کرتی۔ غریغوری کی تصحیح انگلستان میں ۱۷۵۲ء سے قبل تسلیم نہیں کی گئی۔ اِس وقت مرمبہ تقویم کے لحاظ سے مجموعی خطا ۱۱ یوم تک پہنچ چکی تھی۔ اس لیے اس سال ۱۱ یوم چھوڑ کر ۲ ستمبر کو ۱۳ ستمبر محسوب کر لیا گیا۔

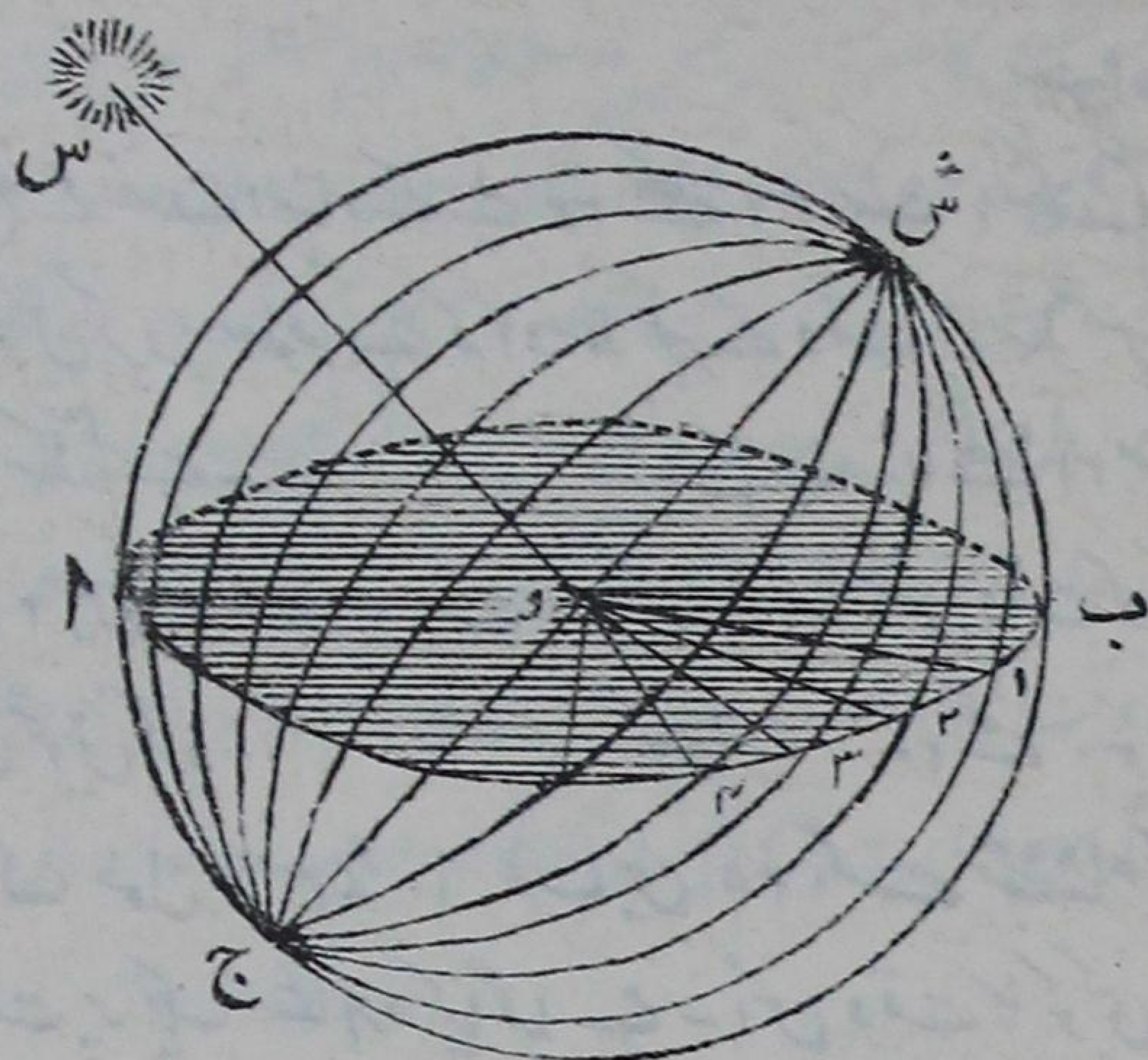
روس میں ابھی تک تقویم رُومی ہی رائج ہے اور وہاں کی تاریخیں باقی یورپ کی تاریخوں سے ۱۳ یوم پیچھے ہیں۔

دھوپ گھڑی

۱۶۷۔ دھوپ گھڑی میں ظاہری وقت دھاتہ کی ایک ایسی سلاخ کے سایہ سے معلوم ہوتا ہے جو اُفقی سطح مستوی پر گڑی ہوتی ہے۔ اِس سلاخ کو دھوپ گھڑی کا عقرب یا مَیل کہتے ہیں۔ اس مَیل کا رُخ قطبِ سماوی کی طرف ہوتا ہے۔ اس لیے یہ اُفقی ڈائل کے ساتھ اُس مقام کے عرضِ بلد کے مساوی زاویہ بناتا ہے۔

جس اصول پر دھوپ گھڑی بنائی گئی ہے وہ بطریقِ ذیل آسانی سے سمجھ میں آسکتا ہے:۔ فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ کرّہ کے مرکز و پر کھڑا ہے (شکل ۷۸) اور و ش قطبِ سماوی کی سمت ہے۔ اب اگر ش اور ج میں سے ۱۲ متساوی الفصل کبیر دائرے کھینچے جائیں تو سورج س اپنی یومیہ گردش میں ہر گھنٹے کے اختتام پر ان دائروں میں سے ایک نہ ایک کی

سطح مستوی میں ہوگا اور چونکہ مَیل وش کی سمت میں ایستادہ کی گئی ہے



شکل ۷۸

اِس لیے اس کا سایہ ہر گھنٹہ کے بعد عددوں ۱، ۲، ۳، وغیرہ، پر جو اُفقی دائرہ اب کے ساتھ ساعتی دائروں کے نقاطِ تقاطع کو تعبیر کرتے ہیں منطبق ہوگا۔ اِس لیے اُفقی دھوپ گھڑی کی درجہ بندی اِن نقاطِ تقاطع کے درمیانی فاصلوں کے متناسب فاصلوں پر کی جاتی ہے۔ لہذا ڈائل پر کے یہ نشانات جو گھنٹوں کو تعبیر کرتے ہیں وہ عام طور پر ایک دُوسرے سے مساوی فاصلوں پر نہیں ہوتے کیونکہ یہ متساوی الفصل اُس صورت میں ہوتے جب کہ اب کی سطح مستوی ش ج پر عمودوار ہوتی۔ مگر قطبِ سماوی ش پر کے ۲۴ ساعتی زاویے سب کے سب باہم مساوی ہوتے ہیں۔

بعض دھوپ گھڑیاں اس طرح بنائی جاتی ہیں کہ اِن کے ڈائل بجائے اُفقی ہونے کے انتصابی ہوتے ہیں۔ اِس صورت میں درجہ بندیاں ایک انتصابی دائرے کے نقاطِ تقاطع کے مطابق ہوتی ہیں جس کا مرکز و ہوتا ہے اور ساعتی زاویے ش اور ج میں سے گزرتے ہیں۔

مثالیں

۱۔ طلوع وغروبِ شمس کے اوقات یکم نومبر کو بالترتیب ۶ گھنٹے ۵۶ منٹ اور

۴ گھنٹے ۳۲ منٹ ہیں ۔ وقت کی مساوات کی تقریبی قیمت معلوم کرو۔

جواب ۔ ۱۶ منٹ

۲ ۔ گرینج کے نصف النہار کے لیے ۲۲ گھنٹے ۲۶ منٹ ۱ سکنڈ کوکبی وقت کو اوسط شمسی وقت میں تحویل کرو، معلوم ہے کہ اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ۲۴ گھنٹے ۴ منٹ ۱۷ سکنڈ ہے۔ جواب ۲ گھنٹے ۲۱ منٹ ۲۱ سکنڈ

۳ ۔ سوال ۲ میں ۲ گھنٹے ۲۶ منٹ ۱۲ سکنڈ اوسط شمسی وقت کو اُسی نصف النہار کے لیے کوکبی وقت میں تحویل کرو۔ جواب ۲۰ گھنٹے ۳۰ منٹ ۳ ۵ سکنڈ

۴ ۔ نیویارک طول بلد ۴° ۷ ۱۰َ غرب میں ۲۵ اگست ۱۸۹۳ء کو ۶ گھنٹے ۲ منٹ ۴ سکنڈ اوسط شمسی وقت پر ایک مشاہدہ کیا گیا ہے ۔ اُس وقت کا کوکبی وقت معلوم کرو جب کہ بحری جنتری کی رُو سے یہ معلوم ہے کہ تاریخ مذکور پر گرینج میں اوسط شمس کا کوکبی وقت (ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم) ۱۰ گھنٹے ۱۵ منٹ ۴ ۵ سکنڈ ہے۔

جواب ۱۶ گھنٹے ۲۰ منٹ ۳ء ۴۶ سکنڈ

۵ ۔ مریخ اپنے محور کے گرد ۲۴ گھنٹے ۳۷ منٹ میں ایک چکر لگاتا ہے اور سورج کے گرد ۶۸۶ یوم میں ۔ بتاؤ کہ مریخ پر اوسط شمسی یوم کوکبی یوم سے کتنا زیادہ ہوتا ہے؟

جواب ۲ منٹ ۹ سکنڈ

۶ ۔ ۲۵ نومبر ۱۸۹۳ء کو حقیقی ظہر کے وقت شمسِ حقیقی کا صعودِ مستقیم معلوم کرو جب کہ ۱۸۹۳ء کی بحری جنتری کی رُو سے یہ معلوم ہے کہ

۲۵ نومبر کو اوسط ظہر کے وقت، وقت کی مساوات = ۔ ۱۲ منٹ ۵ ۴ سکنڈ

۲ ستمبر کو اوسط شمس کا کوکبی وقت = ۱۰ گھنٹے ۷ ۴ منٹ ۲۶ سکنڈ

یہاں ۲ ستمبر کو اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم = ۱۰ گھنٹے ۷ ۴ منٹ ۲۶ سکنڈ

لیکن ۲ ستمبر سے ۲۵ نومبر تک صعودِ مستقیم میں اضافہ

$$= ۲۴ \times \frac{۸۴}{۳۶۵\frac{۱}{۴}} = ۵ \text{ گھنٹے } ۳۱ \text{ منٹ } ۱۰ \text{ سکنڈ۔}$$

∴ ۲۵ نومبر کو اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۳۶ سکنڈ

لیکن ۱۲ منٹ ۵ ۴ سکنڈ میں صعودِ مستقیم کی تبدیلی = ۲ سکنڈ

∴ حقیقی ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۴ ۴۳ سکنڈ

لیکن شمسِ حقیقی کا صعودِ مستقیم شمسِ اوسط کا صعودِ مستقیم = وقت کی مساوات

∴ شمسِ حقیقی کا صعودِ مستقیم - ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۴۳ سکنڈ = - ۱۲ منٹ ۲۴ سکنڈ

∴ حقیقی ظہر کے وقت شمسِ حقیقی کا صعودِ مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۶ منٹ ۱۰ سکنڈ

۷ - (۱) طریقِ شمس کے میلان کی بنا پر وقت کی مساوات کی بڑی سے بڑی قیمت ± ۱۰ منٹ ہے اور مدارِ ارض کے خروج المرکز کی بنا پر اس کی بڑی سے بڑی قیمت ± ۷ منٹ ہے۔ ثابت کرو کہ وقت کی مساوات سال بھر میں چار مرتبہ معدوم ہو جاتی ہے۔

(۲) اگر ان بڑی سے بڑی قیمتوں کو الٹ دیا جائے تو یہ سال بھر میں کتنی مرتبہ معدوم ہو جائینگی؟

جواب (۱) دیکھو دفعہ ۱۵۶

(۲) دو مرتبہ

۸ - جب مدراس طول بلد ۸۰° ۱۴' ۱۹" شرق میں ۶ ستمبر ۱۸۹۳ء کو ظاہری وقت ۸ بجے شام ہو تو بتاؤ کہ مدراس میں اِس وقت اوسط شمسی وقت کیا ہوگا۔ ۱۸۹۳ء کی "بحری جنتری" سے یہ معلوم ہے کہ

گرینچ پر، بوقتِ اوسط ظہر

۶ ستمبر کو وقت کی مساوات = - ۱ منٹ ۲۲ء۵۲ سکنڈ

۷ ستمبر کو وقت کی مساوات = - ۲ منٹ ۴۲ء۱۲ سکنڈ

جواب ۷ گھنٹے ۵۸ منٹ ۴۵ء۵ سکنڈ

۹ - ڈبلن کا طول بلد ۶° ۴' غرب ہے اور پیرس کا ۲° ۲۰' شرق۔ بتاؤ کہ جب ڈبلن میں ۱۱ - ۳۰ بجے قبل ظہر کا وقت ہوگا تو پیرس میں کیا وقت ہوگا۔

جواب ۱۲ گھنٹے ۶ منٹ

۱۰ - پلکوا (Pulkowa) کا طول بلد ۳۰° ۱۹' ۴۰" شرق ہے اور نیویارک کا ۷۴° ۱' غرب ہے۔ جب پلکوا میں ۳ - ۳۰ بجے شام کا وقت ہو تو بتاؤ کہ نیویارک میں کیا وقت ہوگا۔

جواب ۸ گھنٹے ۳۲ منٹ ۷ء۴ سکنڈ صبح

اب والے دائرے کا مرکز ہے۔ ان کے علاوہ ایک اور متحرک ساق مرکز م کے گرد گردش کرتی ہے جس کا دوسرا سرا ک درجہ دار قوس اب پر حرکت کرتا ہے۔ اِس متحرک ساق کے ساتھ م پر ایک چھوٹا آئینہ لگا ہوتا ہے جس کو نمائندہ آئینہ کہتے ہیں۔ یہ آئینہ ساق کے ساتھ ساتھ حرکت کرتا ہے اور اس کی سطح مستوی آلۂ مذکور کی سطح مستوی پر علی القوائم ہوتی ہے۔ آلہ کی مذکورۂ بالا ثابت ساقوں میں سے ایک ساق ب م پر ایک اور ثابت آئینہ ن لگا ہوتا ہے جس کو آئینۂ اُفق کہتے ہیں۔ اِس آئینہ کی سطح مستوی دُوسری ثابت ساق ام کے متوازی ہوتی ہے اور بنائے علیہ جب متحرک ساق ک م، ا م پر منطبق ہوتی ہے تو دونوں آئینے متوازی ہوتے ہیں یعنی اِن کا زاویۂ میلان صفر ہوتا ہے اس وجہ سے درجہ دار قوس کا نقطہ ا پیمانہ کا نقطہ صفر ہوتا ہے۔

شکل ۷۹

آئینۂ اُفق کا نصف حصّہ مفضض ہوتا ہے اور بقیہ نصف غیر مفضض اور اِس لیے شفّاف ہوتا ہے، نیز ایک چھوٹی سی دُوربین ط ساق م ا پر لگی ہوتی ہے اور اس کا رُخ آئینۂ اُفق کی طرف ہوتا ہے۔

۱۷۰ – اب ہم یہ دیکھتے ہیں کہ اِس آلہ کی مدد سے دو اشیا مثلاً س اور ه کا زاویئی فاصلہ کس طرح ناپا جاسکتا ہے۔ آلۂ مذکور کو اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس کی سطح مستوی ان دو اشیا میں سے گزرتی ہے، پھر اس کی وضع کو ٹھیک کیا جاتا ہے کہ اشیائے مذکورہ میں سے ایک شے مثلاً ه آئینۂ ن کے غیر مفضض نصف حصہ میں سے دکھائی دے۔ اب آئینہ م ساق ک م کے ذریعہ گھمایا جاتا ہے حتیٰ کہ س کا خیال ه کے خیال پر منطبق ہو جائے۔ اِس صورت میں س کی شعاعیں دو مرتبہ منعکس ہوتی

بارہواں باب

جہاز رانی کے متعلق

۱۶۸ - اجرامِ فلکی کو مشاہدہ کرنے سے ہم زمین پر کے کسی مقام یا سمندر میں کسی جہاز کے طول بلد اور عرض بلد معلوم کر سکتے ہیں۔ لیکن جو آلات ثابت رصد خانہ میں استعمال ہوتے ہیں وہ سمندر میں جہاز کی حرکت کی وجہ سے قطعاً کام نہیں دیتے۔ اِسی وجہ سے وہ مصنوعی اُفق جسے ہم سطحِ زمین پر استعمال کرتے ہیں (یعنی پارے کے ایک برتن کے اندر پارے کی سطح) وہ بھی سمندر پر مستقل طور پر متوازی الافق نہیں رہ سکتا۔ اس قسم کے مشاہدات مثلاً کسی جرمِ سماوی کے ارتفاع کی پیمائش یا دو اجرام کے زاویئی فاصلہ کی تعیین وغیرہ وغیرہ، کے لیے ہمیں ایک ایسے آلہ کی ضرورت ہے جس کے ذریعے ہر دو اجرام کو ایک ساتھ مشاہدہ کرنے سے پیمائش ممکن ہو سکے اور ہر دو اجرام کو جُداگانہ مشاہدہ کرنے کے لیے بار بار تسویۂ آلہ کی ضرورت پیش نہ آئے کیونکہ موخر الذکر فعل کے نتائج جہاز کی حرکت کی وجہ سے قابلِ اطمینان نہیں ہو سکتے۔ ایسی پیمائشیں جن پر جہاز کی حرکت کا اثر نہیں ہوتا ہیڈلے کے آلۂ سُدس (سکسٹنٹ) کی مدد سے حاصل ہو سکتی ہیں۔

ہیڈلے کا سکسٹنٹ (آلۂ سُدس)

۱۶۹ - یہ آلہ ایک ثابت قالب پر مشتمل ہوتا ہے جس میں (شکل ۷۹) ایک درجہ دار قوس ا ب اور دو ثابت ساقیں ا م اور ب م ہوتی ہیں جہاں م قوس

ہیں، پہلے نمائندہ آئینہ سے اور پھر آئینۂ اُفق سے یعنی فی الجملہ خطوط س م ن ط کی سمت میں۔ س اور ہ کے خیالوں کے منطبق ہوجانے کے بعد ساق ک م کو جڑ دیا جاتا ہے اور ک پر کے ایک کسر پیما کی مدد سے قوس ا ک کو پڑھ لیا جاتا ہے۔ اِس قراءت کا دوچند، اشیا کے مطلوبہ زاویئی فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے۔ عام طور پر نصف درجوں کو پورے درجے سمجھ کر اُن کی درجہ بندی کی ہوتی ہے، اس صورت میں کسر پیما کی قراءت ہی سے (اِس کو دُگنا کیے بغیر) مطلوبہ فاصلہ فوراً معلوم ہوجاتا ہے۔

قوس ا ک (شکل ۷۹) صریحاً آئینوں کے درمیانی زاویہ کا ناپ ہے کیونکہ یہ قوس ا م اور م پر کے آئینہ کے درمیانی زاویہ کو تعبیر کرتی ہے اور ا م، ن پر کے آئینے کے متوازی ہے۔

۱۷۱۔ ہیڈلے کا آلۂ سُدس جس اصول پر بنایا گیا ہے وہ یہ ہے کہ دو دُور دُور کے اجسام مثلاً س اور ہ کا درمیانی فاصلہ اُس وقت جب کہ س کا خیال دُہرے انعکاس کے بعد ہ کے خیال پر منطبق ہوجائے آئینوں کی سطوحِ مستوی کے درمیانی زاویہ کا دوچند ہوتا ہے۔ یہ امر حسبِ ذیل طریق پر ثابت ہوسکتا ہے:۔ شعاع س م (شکل ۸۰) آئینہ م سے سمت م ن میں اس طرح منعکس ہوتی ہے کہ

شکل ۸۰

شعاعِ واقع اور شعاعِ منعکس م کے ساتھ مساوی زاویے بناتی ہیں۔ فرض کرو کہ اِن زاویوں میں سے ہر ایک زاویہ عہ کے مساوی ہے۔ نیز شعاع م ن آئینۂ اُفق سے ۵ کی سمت میں منعکس ہوتی ہے (کیونکہ دونوں خیال منطبق ہیں)۔ فرض کرو کہ آئینہ ن کے ساتھ جو زاویے بنتے ہیں اُن میں سے ہر ایک زاویہ بہ ہے۔ اب (اقلیدس م اش ۳۲ کی رُو سے)

خارجی زاویہ ۲ بہ = ۲ عہ + فہ (شکل نمبر)

∴ فہ = ۲ بہ - ۲ عہ = ۲ (بہ - عہ)

اِسی وجہ سے

بہ = عہ + طہ

∴ طہ = بہ - عہ

∴ فہ = ۲ طہ

لیکن فہ مقام و سے مشاہدہ کرنے پر س اور ۵ کا زاویئی فاصلہ ہے اور طہ آئینوں کی سطحوں کا درمیانی زاویہ ہے۔ پس نتیجۂ مطلوب ثابت ہُوا۔

۱۷۲۔ ہیڈلے کا سُدس خاص طور پر سُورج کے ارتفاع کو ناپنے میں کام آتا ہے۔ مشاہدہ کنندہ آلہ کو انتصاباً رکھتا ہے اور آئینۂ اُفق کے غیر مفضض حصّہ میں سے اُفق کے اُس حصّہ کو مشاہدہ کرتا ہے جو سُورج کے عین نیچے ہے، اب وہ متحرک ساق کو اور بنائے علیہ اس کے ساتھ نمائندہ آئینہ کو پھراتا ہے حتےٰ کہ سُورج کے خیال کا نچلا کنارہ اُفق سے عین مَس کرتا ہے۔ اس محل میں کسر پیما کی قراءت سے انعطاف، اُفق کے انخفاض اور دیگر خطاؤں کی تصحیح کر لینے کے بعد سُورج کے نچلے حصہ کا ارتفاع تعبیر ہوتا ہے۔ اب سُورج کے مرکز کا ارتفاع معلوم کرنے کے لیے اِس قراءت میں سُورج کے نصف قطر کو جمع کرنا پڑیگا۔

اِس آلہ کو سُدس اِس لیے کہتے ہیں کہ قوس ا ب بالعموم ۶۰° کے مساوی ہوتی ہے۔ لہٰذا اِس آلہ سے ۱۲۰° تک کے سب زاویئی فاصلے ناپے جاسکتے ہیں۔

وقت پیما

۱۷۳۔ ہر جہاز میں ایک یا زیادہ گھڑیاں ہوتی ہیں جو غایت درجہ صحت کے ساتھ

بنائی ہوئی ہوتی ہیں ۔ ان گھڑیوں کو وقت پیما کہتے ہیں ۔ ان کو بندرگاہ سے روانہ ہوتے وقت گری نج کے وقت کے ساتھ ملالیا جاتا ہے ۔ چونکہ دورانِ سیاحت میں گری نج کے وقت کا معلوم ہونا بدرجۂ اتم ضروری ہے اس لیے یہ نہایت لازمی ہے کہ ان وقت پیماؤں کی رفتار حتی الامکان یکساں رہے ۔ اس کی ضرورت نہیں کہ ان کا وقت ہمیشہ صحیح ہو لیکن یہ نہایت ضروری ہے کہ روز بروز ان کی تیزی یا سستی بالکل یکساں رہے ، تاکہ اس 'شرح' کے معلوم ہونے پر وقت پیما کو درست کرنے کے وقت سے مجموعی خطا کا لحاظ کرتے ہوئے ٹھیک گری نج کا وقت معلوم ہو سکے ۔

۱۷۴ ۔ وقت پیما معمولی گھڑیوں سے دو امور میں اختلاف رکھتے ہیں :۔

(۱) میزان کی چرخی کی خاص ساخت کے لحاظ سے جو اس طرح بنائی جاتی ہے کہ تپش کی تبدیلی کا اس پر اثر نہیں ہوتا (۲) "منفک منتظم کے لحاظ سے" اگر میزان کی چرخی دھات کے ایک ہی ٹکڑے سے بنا ہوا اکمل دائرہ ہو تو ظاہر ہے کہ تپش کے اضافہ سے یہ پھیل جائیگی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ اہتزاز کی مدت بڑھ جائیگی اور گھڑی سست ہو جائیگی ۔ اس امر کے انسداد کے لیے چرخی کا محیط مسلسل ہونے کی بجائے تین ایسے جدا جدا قوسوں پر مشتمل ہوتا ہے جن میں ہر ایک قوس کا بیرونی حصہ پیتل اور اندرونی حصہ فولاد کا بنا ہوتا ہے ۔ جب تپش بڑھتی ہے تو پیتل فولاد کی نسبت زیادہ پھیلتا ہے اور اپنی قوس کے سروں کو اندر کی طرف مرکز کی سمت میں دباتا ہے ۔ نیز تپش کی وجہ سے قوس کے آرے بھی پھیلتے ہیں ۔ اور قوس کے سروں کو باہر کی طرف ڈھکیلتے ہیں اس طرح سے قوس اور آرے کا پھیلاؤ ایک دوسرے کی تردید کرتا ہے ۔ علاوہ ازیں ہر ایک قوس میں چھوٹے چھوٹے پیچ لگے ہوتے ہیں تاکہ ان کے وزن سے قوس حسبِ ضرورت ٹھیک وضع میں رکھی جا سکے ۔ منفک منتظم میں اس قسم کا انتظام ہوتا ہے کہ حرکت کو جاری رکھنے والی بڑی کمانی کا عمل اہتزاز کے ایک خاصے حصہ تک معطل رہتا ہے اور میزان کی چرخی کی مساوی الوقت حرکت میں بیرونی اثرات مخل نہیں ہو سکتے ۔

سمندر میں عرض بلد کی تخمین نصف النہاری مشاہدات

۱۷۵ ۔ پہلا طریقہ ۔ سمندر میں جہاز کے مقام کا عرض بلد سُدس کے ذریعے

سُورج کے نصف النہاری ارتفاع کی پیمائش کرنے سے معلوم ہو سکتا ہے۔ مشاہدات ظاہری ظہر سے کچھ دیر قبل شروع کیے جاتے ہیں اور ارتفاعِ مذکور بار بار ناپا جاتا ہے حتیٰ کہ اس کا بڑھنا موقوف ہو جاتا ہے اِس طرح بڑے سے بڑا یعنی نصف النہاری ارتفاع معلوم ہو جاتا ہے۔ نیز ہر روز کے لیے گوی بج میں ظہر کے وقت سورج کا مَیل اور فی گھنٹہ اس کی تبدیلی کی شرح "بحری جنتری" میں مندرج ہوتے ہیں۔ جہاز کے وقت پیما گوی بج کا وقت معلوم کراتے ہیں۔ پس گوی بج کے ظہر اور مقامی ظہر کے درمیانی وقفہ کے لحاظ سے سُورج کے مَیل کی تبدیلی دریافت کر لی جاتی ہے اور پھر آنِ مذکور میں سُورج کا جو صحیح مَیل ہو معلوم کر لیا جاتا ہے۔ بعد ازیں عرض بلد ذیل کے ضابطہ سے حاصل ہو سکتا ہے:۔

(عرض التمام) ± (مَیل) = (نصف النہاری ارتفاع ... (دفعہ ۳۴)

ہمارے عرض بلدوں میں مثبت علامت اُس صورت میں لی جاتی ہے جب کہ سُورج کا مَیل شمالی ہو اور منفی اُس صورت میں جب کہ مَیل مذکور جنوبی ہو۔

اِسی طرح اگر ایک ستارہ یا کسی دُوسرے جرم کا مَیل معلوم ہو تو ہم اِس کا نصف النہاری ارتفاع مشاہدہ کرنے سے عرض بلد معلوم کر سکتے ہیں اس صورت میں بھی وہی ضابطہ یعنی عرض التمام + مہ = عہ استعمال کرنا چاہیے۔ اگر ستارہ نقطۂ راس اور قطب کے درمیان نصف النہار کو عبور کرے تو ضابطۂ مذکور یہ ہو جاتا ہے: عرض التمام + مہ = ۱۸۰ - عہ (دفعہ ۳۴)۔ اگر ارتفاع اُس وقت مشاہدہ کیا گیا ہو جب کہ ستارہ نصف النہار کو عبور کرتے وقت ق اور ف (شکل نمبر ۲۰) کے درمیان میں سے گزرے تو ضابطہ ہو جاتا ہے: ۔عرض التمام + مہ = عہ، یاد رہے کہ اس میں اگر مہ مَیل جنوبی کو تعبیر کرے تو اِس کی علامت ہمیشہ بدل دینی چاہیے۔

عددی حسابات میں ضابطہ استعمال کرنے کی بجائے مبتدی کے لیے یہ زیادہ مفید ہوگا کہ وہ نقشہ کھینچ کر پیمائشوں کی رُو سے ستارہ کے مقام کی ٹھیک طور پر نشان دہی کر کے مستحصلہ نتیجہ کو خود مستنبط کرے۔

مثال ــــ سُورج کا نصف النہاری ارتفاع ۴ دسمبر ۱۸۹۳ء کو °۱۶ '۸ مشاہدہ کیا گیا ہے۔ وقت پیما میں گوی بج کا وقت ۶ گھنٹے ۵ منٹ ۱۲ سکنڈ ہے، نیز "بحری جنتری" میں گوی بج پر ظہر ماقبل کے وقت سورج کا مَیل °۲۲ '۱۹ "۲۵ جنوب اور اُس کے مَیل میں فی گھنٹہ جو تبدیلی واقع ہوتی ہے وہ ۱۹٫۶" ادی ہوئی ہے۔ جہاز کا عرض بلد معلوم کرو۔

یہاں سورج کا مَیل گری نج پر ظہر کے وقت = ۲۲° ۱۹′ ۲۵″ جنوب

مَیل کا اضافہ (فی گھنٹہ) = ۱۹٫۶″

∴ اضافہ ۶ گھنٹے ۵ منٹ ۱۲ سکنڈ میں = ۱′ ۵۹٫۳″

∴ مقامی ظہر کے وقت مَیل = ۲۲° ۲۱′ ۲۴٫۳″

اب عرض التمام - مَیل = نصف النہاری ارتفاع

∴ عرض التمام - ۲۲° ۲۱′ ۲۴٫۳″ = ۱۶° ۸′

∴ عرض التمام = ۳۸° ۲۹′ ۲۴٫۳″

∴ عرض بلد = ۵۱° ۳۰′ ۳۵٫۷″

غیر نصف النہاری مشاہدات

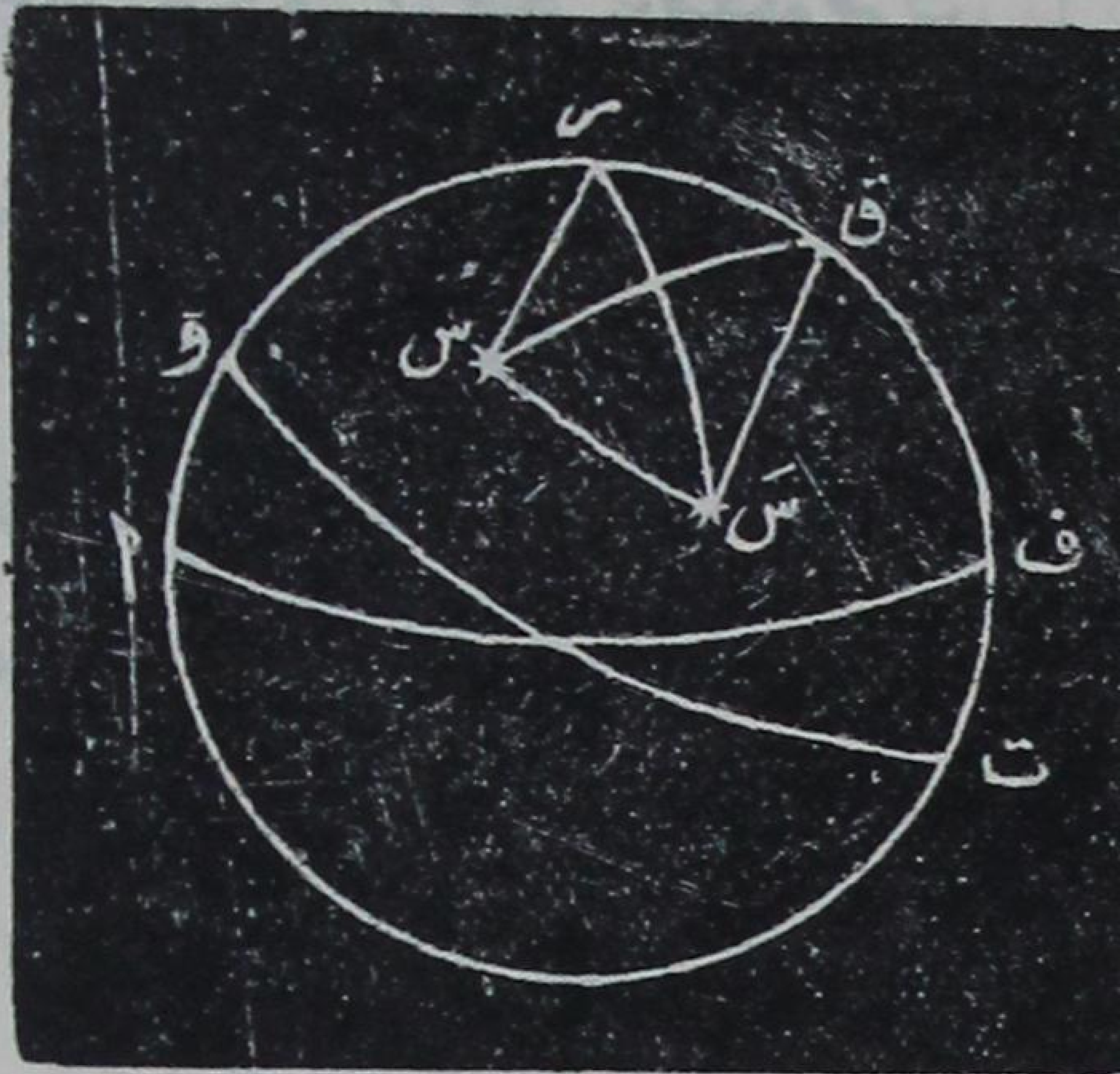
۱۷۶- دُوسرا طریقہ — دو معلومہ ستاروں کے عرض بلد ایک ساتھ معلوم کرنے سے۔

فرض کرو کہ س، سَ (شکل ۸۱) دو ستاروں کے مقام ہیں جب کہ اُن کے ارتفاع ناپے گئے ہیں۔ ر اور ق کو س اور سَ سے کبیر دائروں کی قوسوں کے ذریعے ملاؤ۔

اب عرض بلد معلوم کرنے کے لیے ہمیں تین کُروی مثلثوں کو حل کرنا چاہیے۔ مثلث س ق سَ میں ہمیں قطبی فاصلے ق س، ق سَ معلوم ہیں کیونکہ یہ اِن ستاروں کے مَیلوں کے متمم ہیں اور مَیل "بحری جنتری" میں دیے ہوئے ہیں۔ نیز زاویہ س ق سَ بھی معلوم ہے کیونکہ ان ستاروں کے صعودِ مستقیم ہمیں معلوم ہیں اور زاویۂ مذکور اِن کے فرق کے مساوی ہے۔ لہٰذا ضلع س سَ اور زاویہ ق س سَ محسوب ہو سکتے ہیں۔

اِسی طرح مثلث ر س سَ میں راسی فاصلے ر س اور ر سَ معلوم ہیں کیونکہ یہ مشاہدہ کردہ ارتفاعوں کے متمموں کے مساوی ہیں۔ نیز قاعدہ س سَ بھی معلوم ہے۔ اِس لیے زاویہ ر س سَ اور بناءً علیہ زاویہ

ہ س ق محسوب ہو سکتا ہے۔



شکل ۸۱

بالآخر مثلث ہ س ق میں اضلاع ہ س اور ق س معلوم ہیں نیز درمیانی زاویہ ہ س ق معلوم ہے۔ اِس لیے عرض التمام ہ ق معلوم ہو سکتا ہے۔

۱۷۷۔ **تیسرا طریقہ** ۔۔ عرض بلد سُورج کے دو ارتفاع مشاہدہ کرنے اور ان کی درمیانی مدت دیکھنے سے بھی معلوم ہو سکتا ہے۔ عملی طور پر اس طریقہ میں اور گزشتہ طریقہ میں چنداں فرق نہیں کیونکہ ان دو مشاہدوں کی درمیانی مدت کو ۱۵° فی گھنٹہ کے حساب سے درجوں میں تحویل کرنے سے ہمیں زاویہ س ق سَ کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے اور بعد ازیں حسبِ سابق مختلف کروی مثلثوں کو حل کرنے سے مطلوبہ عرض بلد محسوب ہو سکتا ہے۔

عرض بلد سُورج کا صرف ایک ارتفاع مشاہدہ کرنے سے بھی نکل سکتا ہے بشرطیکہ مقامی وقت معلوم ہو۔

فرض کرو کہ سُورج کا مقام س (شکل ۸۱) ہے، تب مثلث ہ ق س میں دو ضلعے ہ س اور س ق معلوم ہیں۔ نیز زاویہ ہ ق س بھی معلوم ہے کیونکہ یہ سُورج کا ساعتی زاویہ ہے جو مقامی ظاہری وقت کو تعبیر کرتا ہے۔ اس لیے عرض التمام ہ ق محسوب ہو سکتا ہے۔

اوسط مقامی وقت معلوم کرنا

۱۷۸ - پہلا طریقہ - مساوی ارتفاعوں کے ذریعے - اوسط مقامی وقت جس کو سمندر میں جہاز کا اوسط وقت بھی کہتے ہیں حسب ذیل طریقہ سے محسوب ہوسکتا ہے :- سورج کے نصف النہار کو عبور کرنے سے کچھ عرصہ قبل اس کا ارتفاع سُدسس کی مدد سے معلوم کرلو۔ نیز مرور کے بعد یہ مشاہدہ کرو کہ سورج پھر اسی ارتفاع پر کس وقت پہنچتا ہے۔ اِن دونوں مشاہدات کے وقتوں (جو وقت پیما سے معلوم ہوسکتے ہیں) کا اوسط مرور کے وقت کو یعنی ظاہری ظہر کو تعبیر کریگا۔ اب چونکہ ہمیں وقت کی مساوات "بحری جنتری" سے معلوم ہوسکتی ہے اس لیے ہم اوسط وقت معلوم کرسکتے ہیں۔

۱۷۹ - دوسرا طریقہ - جب کوئی معلومہ ستارہ، سورج، چاند یا کوئی سیارہ اول السموت میں یا اس کے قریب ہو تو اس کا ارتفاع مشاہدہ کرنے سے۔

اِس صورت میں یہ فرض کرلیا گیا ہے کہ مقامِ مشاہدہ کا عرض بلد معلوم ہے۔ فرض کرو کہ کوئی ستارہ س (شکل ۸۱) اول السموت میں یا اُس کے نزدیک ہے۔ ستارۂ مذکور کا میل بحری جنتری سے اور اِس کا ارتفاع پیمائش سے معلوم کرو۔ اب ہمیں مثلث ر س ق کے تینوں ضلعے معلوم ہیں کیونکہ ر س مشاہدہ کردہ ارتفاع کا متمم ہے۔ ق س ستارہ کے میل کا متمم ہے اور ر ق عرض التمام ہے۔ لہٰذا ستارۂ مذکور کا ساعتی زاویہ ر ق س معلوم ہوسکتا ہے۔ اِس کو ۱۵ پر تقسیم کرکے وقت میں تحویل کرلو۔ اب اِس جواب کو ستارہ کے معلومہ صعودِ مستقیم میں جمع کرو اگر ستارۂ مذکور نصف النہار کے مغرب کی طرف ہو۔ اور تفریق کرو اگر ستارۂ مذکور نصف النہار کے مشرق کی طرف ہو۔ اس طرح ہمیں کوکبی وقت حاصل ہوجاتا ہے جسے ہم بموجب قاعدہ مندرجۂ گیارہواں باب اوسط شمسی وقت میں تحویل کرسکتے ہیں۔

اُن سب صورتوں میں جب کہ ستارہ کی بجائے سورج، چاند یا کسی سیارہ کو

منتخب کیا جائے تو اس کے مرکز کا ارتفاع معلوم کرنے کے لیے اس کے بالائی یا زیرین کنارہ کا ارتفاع مشاہدہ کیا جاتا ہے اور اِس میں اِس کا نصف قطر (جو بحری جنتری سے معلوم ہو سکتا ہے) تفریق یا جمع کر دیا جاتا ہے۔

جرم کو اوّل السموت میں یا اس کے نزدیک منتخب کرنے کی وجہ یہ ہے کہ اِس محل میں جرم کا ارتفاع بڑی سرعت کے ساتھ بدلتا ہے اور اس لیے مشاہدہ کردہ ارتفاع میں چھوٹی سی خطا کی بنا پر محسوبہ وقت میں جو خطا واقع ہوتی ہے وہ نہایت خفیف ہوتی ہے۔

یہی طریقہ سمندر میں بکثرت استعمال ہوتا ہے۔

سمندر میں طول بلد کی تعیین

۱۸۰ — طول بلد معلوم کرنے کا مسئلہ دراصل جہاز کے اوسط وقت کا متناظر گرینج کا وقت حتی الامکان صحیح طور پر معلوم کرنا ہے۔ کیونکہ (دفعہ ۱۵۹ ملاحظہ ہو) —

طول بلد (وقت میں) = گرینج کا اوسط وقت ـ جہاز کا اوسط وقت۔

پس اس طرح طول بلد معلوم کرنے کے دو طریقے ہیں:-

(۱) وقت پیما کے ذریعہ (۲) قمری فاصلوں کے ذریعے

قبل ازیں ہم دیکھ چکے ہیں کہ کس طرح جہاز کے وقت پیماؤں کے ذریعے گرینج کا وقت معلوم ہو سکتا ہے۔ اِس غرض کے لیے ہر جہاز میں دو یا تین وقت پیما رکھے جاتے ہیں تاکہ اِن سے ایک دوسرے کی تنقیح ہوتی رہے۔ جہاز کا اوسط وقت بالعموم کسی ستارہ کو اوّل السموت میں مشاہدہ کرنے سے یا مساوی ارتفاعوں کے طریقے سے معلوم کیا جاتا ہے۔

دونوں وقتوں کا فرق مضروب ۱۵، درجوں میں طول بلد کو ظاہر کرتا ہے۔

مثال — ۶ر اپریل کو جب کہ سُورج کا ارتفاع پہلے پہل مشاہدہ کیا تو وقت پیما میں وقت ۱۰ گھنٹے ۶ منٹ ۴ سکنڈ تھا۔ اس کے بعد جب سُورج کا مکرر یہی ارتفاع مشاہدہ ہُوا تو وقت ۴ گھنٹے ۳ منٹ ۱۲ سکنڈ تھا۔ نیز یہ معلوم ہے کہ وقت پیما ۵ سکنڈ روزانہ تیز ہو جاتا ہے اور جہاز کو ساحل سے روانہ ہوئے ۶ دن گزر چکے ہیں (بوقتِ روانگی وقت پیما گرینج کے وقت کے ساتھ ملا لیا گیا تھا)۔ ۶ر اپریل کو وقت کی مساوات ۲ منٹ ۲۰ سکنڈ ہے۔ جہاز کا طول بلد معلوم کرو۔

یہاں اگر ہم وقت پیما کی دُوسری قراءت میں ۱۲ گھنٹے جمع کر کے دونوں قراءتوں کے مجموعہ کا نصف لیں تو ہمیں ۱۳ گھنٹے ۴ منٹ ۳۸ سکنڈ حاصل ہوتے ہیں جو ۱۲ گھنٹوں کو تفریق کرنے کے بعد ۱ گھنٹہ ۴ منٹ ۳۸ سکنڈ رہ جاتے ہیں۔ اِس میں سے ہم وقت پیما کی خطا یعنی ۳۰ سکنڈ کو منہا کر دیتے ہیں، تب

	گھنٹے	منٹ	سکنڈ
مقامی ظاہری ظہر کے وقت گری نچ کا وقت =	۱	۴	۸
وقت کی مساوات =	۰	۲	۲۰
∴ مقامی اوسط ظہر کے وقت گری نچ کا وقت =	۱	۱	۴۸

۱۵ سے ضرب دینے سے طول بلد = ۱۵° ۲۷′ غرب

قمری فاصلوں سے طول بلد معلوم کرنا

۱۸۱ - اگر جہاز پر کے وقت پیما کسی وجہ سے غلط ہو جائیں اور ٹھیک گری نچ کا وقت ظاہر کرنے کے قابل نہ رہیں تو اس صورت میں چاند اپنی گردش کی وجہ سے ثابت ستاروں میں اپنا جو مقام تبدیل کرتا رہتا ہے اُس سے اچھے خاصے قابلِ اعتماد وقت پیما کا کام لیا جا سکتا ہے۔ در اصل ہمیں یوں سمجھنا چاہیے کہ پورا آسمان ایک بہت بڑی گھڑی کا رُخ ہے، ستارے ڈائل کی علامتیں ہیں اور چاند گھڑی کی ایک متحرک سُوئی ہے۔

"بحری جنتری" میں ایسی جدولوں کا ایک سلسلہ دیا ہوتا ہے جن میں چاند کے مرکز کا فاصلہ اس کے گرد و نواح کے بعض ستاروں یا سیاروں سے ہر روز اوسط وقت گری نچ کے ہر تین تین گھنٹوں کے لیے مندرج ہوتا ہے۔ مشاہدہ کنندہ جس کا مقصد گری نچ کا اوسط وقت معلوم کرنا ہے اپنے سُدس کی مدد سے کسی ایک دیے ہوئے ستارہ کا فاصلہ چاند کے کنارہ سے ناپ لیتا ہے اور اس میں چاند کا نصف قطر جمع یا تفریق کر کے ستارۂ مذکور سے چاند کے مرکز کا فاصلہ معلوم کر لیتا ہے۔ اب بحری جنتری کی جدولوں کو دیکھنے سے اِس فاصلے کا متناظر گری نچ کا اوسط وقت سرسری طور پر معلوم ہو سکتا ہے مگر اس میں شاید دو تین گھنٹوں کی خطا ہو۔ لیکن بحری جنتری کی جدولوں کے متذکرۂ بالا تین تین گھنٹوں کے وقفوں میں ہم یہ فرض کر سکتے ہیں کہ ستارۂ مذکور سے چاند کا زاویئی فاصلہ یکساں رفتار سے بدلتا ہے لہٰذا تناسب کے قاعدہ سے ہم گری نچ کا اوسط وقت ٹھیک طور پر

محسوب کر سکتے ہیں اور اگر مقامی وقت بھی معلوم ہو تو اس سے حسبِ سابق طول بلد نکال سکتے ہیں۔

۱۸۲۔ فاصلہ کا تصفیہ ـــ قمری فاصلوں کے ذریعے طول بلد معلوم کرنے کے مندرجۂ بالا طریقہ میں انعطاف کے لیے تصحیح کرنے کی ضرورت پڑتی ہے۔ نیز جن قمری جدولوں میں چاند کا مقام مندرج ہوتا ہے وہ جدولیں مقامِ مشاہدہ کو زمین کے مرکز پر فرض کر کے محسوب کی جاتی ہیں۔ اس لیے ہمیں اختلافِ منظر کے لیے بھی تصحیح کرنی پڑتی ہے۔ یہ تصحیحیں جو کسی قدر پیچیدہ ہوتی ہیں اِن کو "فاصلہ کے تصفیہ" سے نامزد کیا جاتا ہے۔

۱۸۳۔ اگرچہ ثابت ستاروں میں چاند کی حرکت سُورج اور دیگر سیاروں کی حرکت کے مقابلہ میں بہت سریع اور تیز ہوتی ہے لیکن پھر بھی یہ اس قدر تیز نہیں ہوتی کہ اس سے مذکورۂ بالا طریقے کے ذریعے طول بلد بہت صحت کے ساتھ معلوم کیا جا سکے۔ اس سُست رفتاری کی وجہ سے اگر مشاہدہ کردہ فاصلہ میں خفیف سی خطا واقع ہو تو اس سے گری نچ کے محسوبہ وقت اور بناءً علیہ طول بلد میں مقابلۃً بڑی خطا رُونما ہوگی۔ اگر زمین کے گرد چاند اپنی گردش کو دو یا تین دن میں پورا کر لیتا تو طول بلد کی بھی اُسی آسانی سے تعیین ہو سکتی جس آسانی سے عرض بلد کی ہوتی ہے۔

مثال ـــ ۲ جنوری ۱۸۹۳ء کو قلبِ اسد سے چاند کے مرکز کا زاویئی فاصلہ ۴۴° ۱۵′ مشاہدہ کیا گیا جب کہ مقامی وقت ۶ گھنٹے ۴۰ منٹ بعد ظہر تھا۔ گری نچ پر ۳ بجے بعد ظہر اور ۶ بجے بعد ظہر جو فاصلے بحری جنتری میں درج ہیں وہ بالترتیب ۴۵° ۱۳′ ۱۹″ اور ۴۳° ۲۴′ ۴۸″ ہیں۔
مقامِ مشاہدہ کا طول بلد معلوم کرو۔

زاویئی فاصلہ ۳ بجے بعد ظہر = ۴۵° ۱۳′ ۱۹″
مشاہدہ کے وقت زاویئی فاصلہ = ۴۴° ۱۵′ ۰″

اِس مدت میں فاصلہ کی تبدیلی = ۰° ۵۸′ ۱۹″ = ۳۴۹۹″

لیکن ۶ بجے والے زاویئی فاصلہ کو ۳ بجے والے زاویئی فاصلہ میں سے تفریق کرنے سے ہم دیکھتے ہیں کہ ۳ گھنٹے میں فاصلہ کی تبدیلی = ۱° ۴۸′ ۳۱″ = ۶۵۱۱″

∴ وہ وقت جس میں فاصلۂ مذکور بقدر ۳۴۹۹″ کم ہو جاتا ہے = ۳ گھنٹے × $\frac{۳۴۹۹}{۶۵۱۱}$
= ۱ گھنٹہ ۳۶ منٹ ۴۴ سکنڈ

∴ گری نچ کا وقت = ۳ گھنٹے + ۱ گھنٹہ ۳۶ منٹ ۴۴ سکنڈ = ۴ گھنٹے ۳۶ منٹ ۴۴ سکنڈ

لیکن مقامی وقت = ۶ گھنٹے ۳۰ منٹ

∴ طول بلد (وقت میں) = ۱ گھنٹہ ۵۳ منٹ ۱۶ سکنڈ

یا ۱۵ سے ضرب دینے سے = ۲۸° ۱۹′ شرق

گری نج کے وقت اور بنائً علیہ طول بلد معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ ہے۔ اس میں چاند کے پیچھے کسی ستارہ کا احتجاب مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ یہ قمری فاصلوں والے طریقہ کی محض ایک متبادل صورت ہے۔

۱۸۴۔ مشتری کے توابع کے گرہنوں کے ذریعہ بھی جن کے وقوع کے اوقات بحری جنتری میں پہلے سے درج ہوتے ہیں طول بلد کے معلوم کرنے کی کوشش کی گئی ہے۔ لیکن جہاز پر دُوربین کے ذریعے گرہنوں کو ٹھیک طور پر مشاہدہ کرنا ممکن نہیں ہوتا۔ ویسے تو زمین پر بھی ابتدا و اختتام گرہن کے اوقات صحت کے ساتھ بتانا بہت مشکل امر ہے۔ علاوہ ازیں بعض اور سماوی اشاروں مثلاً گرہن کے آغاز و اختتام یا شہابوں کے ٹوٹنے سے طول بلد معلوم کرنے کی کوشش کی گئی ہے۔

برقی تلغراف کی ایجاد کے بعد سے یہ سہولت ہو گئی ہے کہ سطح زمین پر کسی مقام کا طول بلد ایک اور ایسے مقام کا مقامی وقت جو اوّل الذکر مقام کے ساتھ بہ سلسلۂ تلغراف مربوط ہو اور جس کا طول بلد معلوم ہو اوّل الذکر مقام پر تلغراف کرنے سے فوراً معلوم ہو سکتا ہے ہر دو مقامات پر مقامی وقتوں کا جو فرق ہو اُس کو ۱۵ سے ضرب دینے سے طول بلد مطلوبہ حاصل ہوتا ہے۔

مثالیں

۱۔ ۷ مارچ کو جب وقت پیما میں گری نج کا وقت ۱۰ گھنٹے ۴ منٹ قبل ظہر اور ۸ گھنٹے ۳۸ منٹ بعد ظہر تھا تو سُورج کے ارتفاع مساوی تھے۔ اس سے طول بلد معلوم کرو جب کہ ۷ مارچ اور ۸ مارچ کو گری نج کے ظہر کے وقت، وقت کی مساوات بالترتیب ۱۱′ ۱۲″ اور ۱۰′ ۵۷″ ہو۔

جواب ۵۳° ۴۲′ غرب

۲۔ جب وقت پیما ۲۱ گھنٹے ۹ منٹ ۳۰ سکنڈ وقت بتائے اور یہ معلوم ہو کہ سُورج کا محسوبہ ساعتی زاویہ ۷۵° شرق ہے، تو طول بلد معلوم کرو، اگر وقت کی مساوات - ۲ منٹ ۱۰ سکنڈ ہو۔

جواب ۳۲° ۵۵′ غرب

تیرہواں باب

ثابت ستارے۔ طیفی تحلیل

[**ضروری اطلاع** ۔ اِس باب میں جو معلومات بیان کیے گئے ہیں وہ تیس سال پہلے کی تحقیقات پر مبنی ہیں۔ اِس اثنا میں بے شمار نئی باتیں دریافت ہوئی ہیں جو اِس باب سے متعلق ہیں لیکن ضبطِ تحریر میں نہ آسکیں۔]

۱۸۵ ۔ ستارے بھی سُورج ہیں جو زمین سے اِس قدر دور دراز فاصلوں پر واقع ہیں کہ اُن کو طاقتور دُوربین سے دیکھنے پر بھی وہ محض روشنی کی بُندکیاں سی معلوم ہوتے ہیں۔ بہت احتمال ہے کہ اِن بے شمار سُورجوں میں سے ہر ایک سُورج اِسی قسم کے ایک نظام کا مرکز ہو جیسا کہ نظامِ شمسی ہے اور اس کے گرد بھی اسی طرح سیارے حرکت کرتے اور اکتساب نور و حرارت کرتے ہوں جیسے کہ نظامِ شمسی کے سیارے کرتے ہیں۔ اگر ایسا ہو تو ضرور ہے کہ ہر نظام کے ارکان کی اندرونی حرکتیں اُن عام قوانین و ضوابط کے عین مطابق ہوں جن کے متعلق ہمیں اپنے جملہ مشاہدات کی بنا پر یقین ہے کہ اُن کا اطلاق کل عالم پر ہے۔

باب ہفتم میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ اِن ستاروں کے فاصلے اور سالانہ اختلافِ منظر ناپنے کے لیے افلاک کی پیمائش کرنے کی کوشش کرتے ہیں تو اکثر صورتوں میں ہمیں ناکامی کا مُنھ دیکھنا پڑتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ بڑے سے بڑا فاصلہ جو ہمیں اپنے مشاہدات کی بنیاد قائم کرنے کے لیے میسر آسکتا ہے وہ زمین کے مدار کا قطر یعنی ۱۸۵،۰۰۰،۰۰۰ میل ہے اور یہ فاصلہ اُن عمیق العمیق فاصلوں کے مقابلہ میں جن پر ہمیں اس کو عائد کرنا ہوتا ہے اِس قدر چھوٹا ہے کہ اِس سے فی الحقیقت ہمارا ہندسی نقطہ کا تخیل پورا ہو جاتا ہے۔

باب ہذا میں ہم ستاروں کی قسموں پر بحث کرینگے اور نیز ان کے متعلق موجودہ زمانہ کے خاص خاص اکتشافات کا مجمل ذکر کرینگے جو اِن کی ماہیّت اور طبیعی حالت کے متعلق طیفی تحلیل کے طریقہ سے معلوم ہوئے ہیں۔

۱۸۶۔ ستاروں کے مقادیر۔ ستاروں کو ان کی چمک کے لحاظ سے مختلف "مقادیر" میں تقسیم کیا گیا ہے۔ سب سے زیادہ چمکدار ستارے بیس ہیں اور ان کو اول مقدار کے ستارے کہتے ہیں۔ اِن ستاروں میں سے تقریباً بارہ ستارے آئرلینڈ کے عروض بلد میں نظر آسکتے ہیں۔ اِن ستاروں کے نام مع اِن کے برُج کے حسبِ ذیل ہیں:۔

نام ستارہ	نام بُرج	نام ستارہ	نام برُج
(۱) شعریٰ (شعرائے یمانی)	کلبِ اکبر	(۷) شعرائے یمانی	کلب اصغر
(۲) دَبران	ثور	(۸) سنبلہ۔ سماک اعزل	سنبلہ
(۳) ممسک العنان	ممسک العنان	(۹) قلب الاسد	اسد
(۴) نسرِ واقع	شلیاق	(۱۰) سماکِ رامح	حوّا
(۵) ابط الجوزا	جبار	(۱۱) قلب عقرب	عقرب
(۶) رجل الجبار	جبار	(۱۲) نسرِ طائر	عقاب

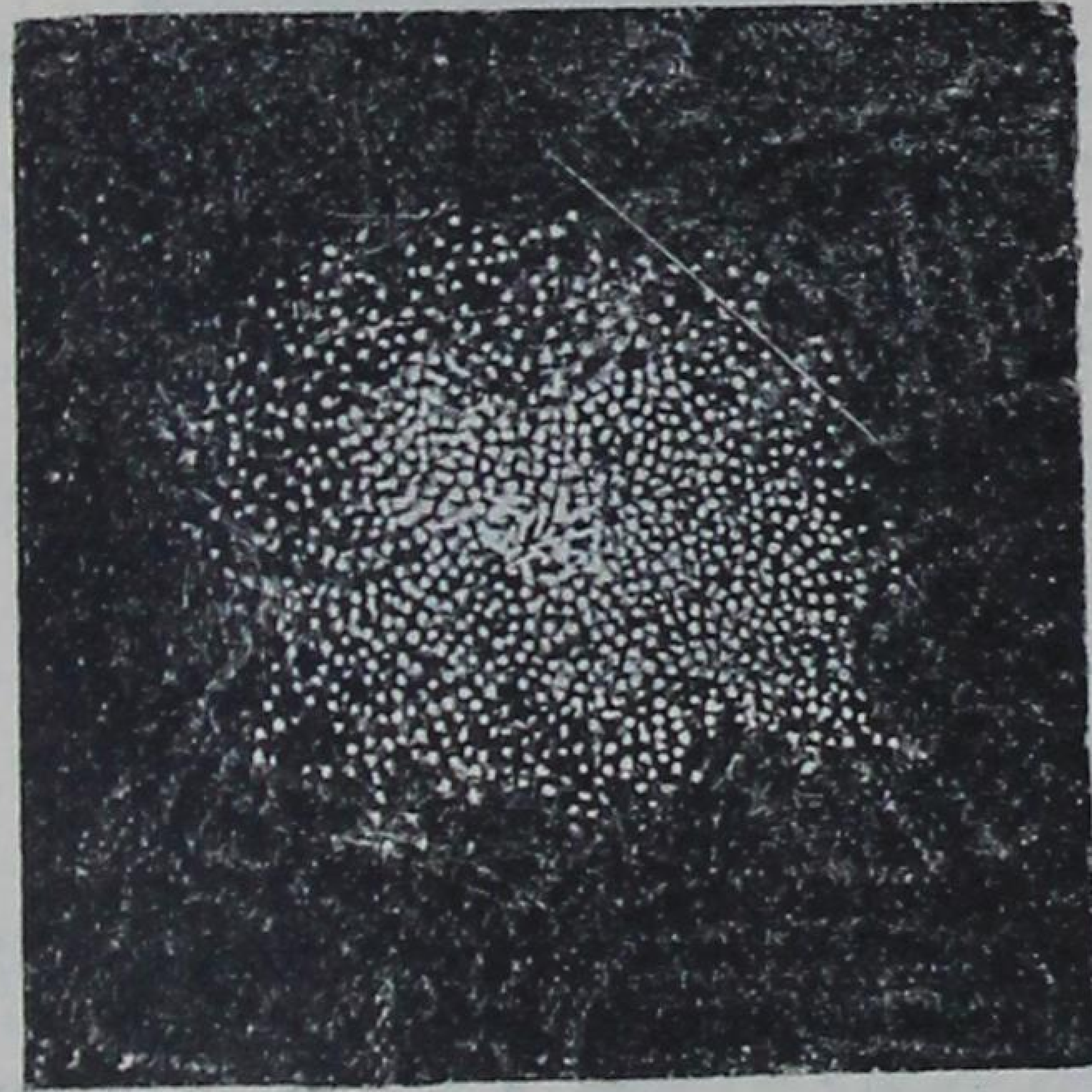
۱۸۷۔ مقدارِ اول کے چند اَور ستارے بھی ہیں جن کے مَیل اتنے بڑے ہیں کہ مشاہدہ کنندہ کو وہ جنوبی نصف کرۂ ارض میں دکھائی دے سکتے ہیں۔ مثلاً سہیل۔ عہ اور بہ قنطورس۔ بہ صلیب۔ آخر النہر (عہ النہر) وغیرہ۔ دوسری مقدار کے ستارے نسبتہً کم چمکدار ہوتے ہیں، اور ان میں سے تقریباً ۵۰ ستارے شمالی عرض بلد کے باشندوں کو نظر آتے ہیں۔ اس قسم کا ایک ستارہ، قطبی ستارہ ہے۔ برہنہ آنکھ سے چھٹی مقدار کے بعد تمیز کرنا ممکن نہیں لیکن دُوربین کی مدد سے بلحاظ چمک کے ستاروں کی تقسیم، ویں، ۸ ویں اور ۹ ویں بلکہ اِس سے زیادہ مقداروں تک کی گئی ہے۔ یہ تقسیم زیادہ حد تک اختیاری ہے کیونکہ ایک ہی مقدار کے ستارے بھی بلحاظ چمک، رنگ اور طبیعی حالات کے جیسا کہ ہم ابھی دیکھینگے ایک دوسرے سے بہت اختلاف رکھتے ہیں۔

۱۸۸۔ ستاروں کی تعداد۔ کُل کرۂ سماوی پر ایسے ستاروں کی تعداد جن کو برہنہ آنکھ سے مشاہدہ کیا جاسکتا ہے تقریباً ۶۰۰۰ ہے مگر کسی ایک مقام سے

ایک وقتِ واحد میں ۲۰۰۰ سے زیادہ ستارے دکھائی نہیں دیتے اور اُفق کے قریب کے ستارے کرۂ ہوائی کی زیادہ کثافت کی وجہ سے جس میں سے اِن کی شعاعوں کو گزرنا پڑتا ہے چھپ جاتے ہیں۔ جس شخص نے اِن کی تعداد کا صحیح اندازہ نہ کیا ہو اِس کے خیال سے یہ تعداد بہت کم ہے کیونکہ انسان کی نظر جب اِن چمکدار بُندکیوں کے ہجوم پر پڑتی ہے تو معاً یہ خیال پیدا ہوتا ہے کہ اِن کی تعداد لاانتہا ہے۔ دُوربین کی مدد سے جن ستاروں کو دیکھنا ممکن ہے اُن کی تعداد کئی کروڑ تک پہنچتی ہے۔

۱۸۹۔ کہکشاں ۔ کسی تاریک رات کو جب آسمان صاف ہو تو آسمان کے آر پار ایک نیم درخشاں پٹی دائرۂ کبیر کی شکل میں دکھائی دیتی ہے۔ اِس کو کہکشاں کہتے ہیں۔ اِس کی چمک مختلف مقامات پر مختلف ہوتی ہے۔ دُوربین کی مدد سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ مدّھم روشنی ستاروں کے بے شمار ہجوم سے آتی ہے جن کا برہنہ آنکھ سے انفرادی طور پر امتیاز کرنا مشکل ہے۔

۱۹۰۔ تاروں کے جھُرمٹ ۔ آسمان کے بعض حصّوں میں ستارے اِس قدر اکٹھے ہوتے ہیں اور ایسی خصوصیت کے ساتھ ایک دُوسرے کے پاس پاس واقع ہوتے ہیں کہ اِن سے یہ خیال پیدا ہوتا ہے کہ ضرور اِن میں کچھ نہ کچھ ربط ہے۔ اِس قسم کے اژدحام کو تاروں کا جھُومٹ کہتے ہیں۔ بُرجِ ثریا میں ۶ ستارے تو برہنہ آنکھ سے نظر آتے ہیں۔ لیکن اگر اس کو دُوربین سے دیکھا جائے تو ان کی تعداد ۵۰ تک پہنچ جاتی ہے۔ اِس کی اور مثال پرسیاؤش کے

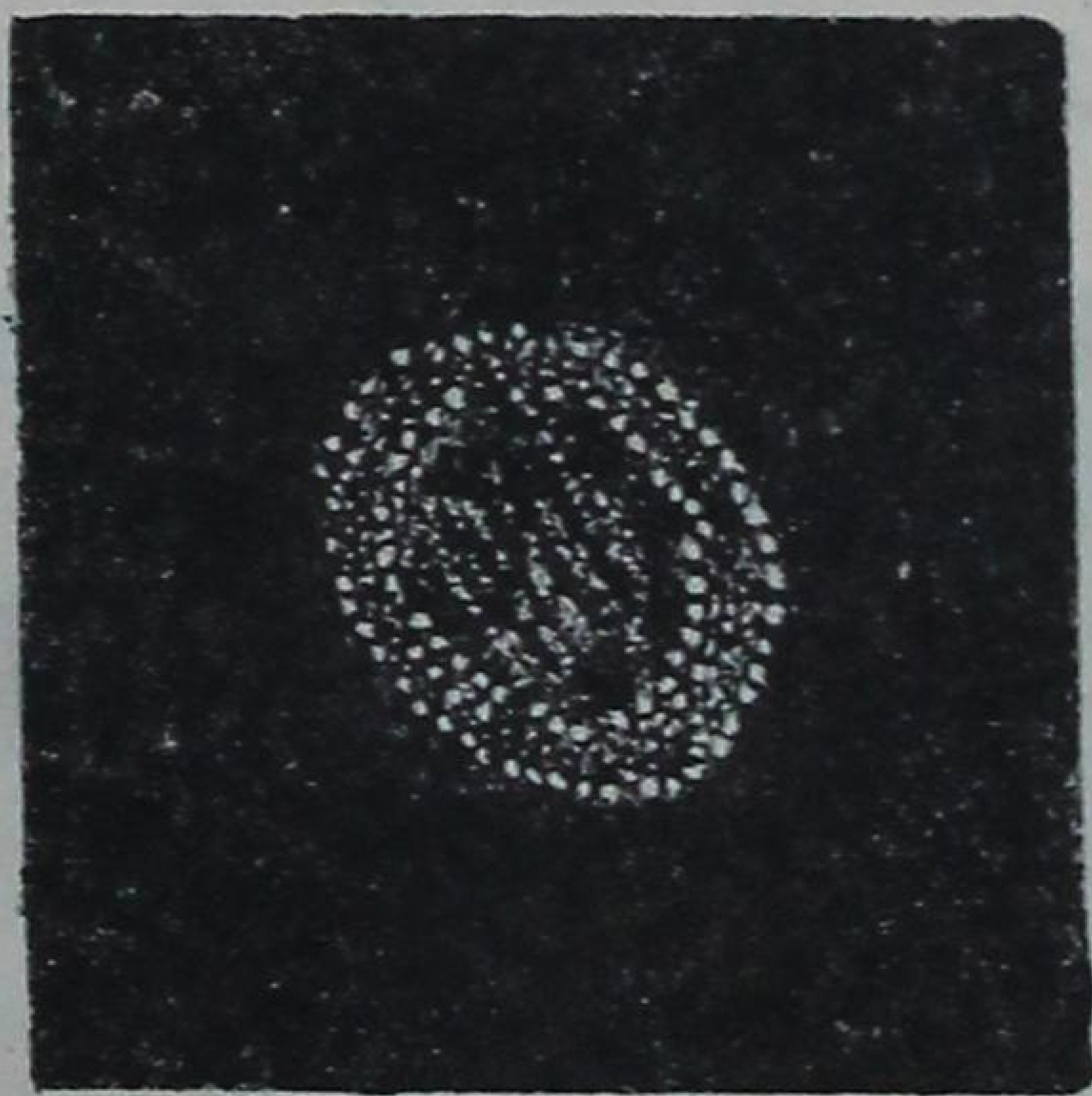


شکل ۸۲

ایک روشن دھبہ میں پائی جاتی ہے جس کو دُور بین سے دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے کہ دھبہ دراصل بہت سے ستاروں پر مشتمل ہے جن کو برہنہ آنکھ سے منفرداً تمیز کرنا مشکل ہے۔ دُور بین سے دیکھنے میں یہ نظارہ نہایت دلکش اور قابلِ دید معلوم ہوتا ہے۔

۱۹۱۔ سحاب ۔ دُور بین کی مدد سے آسمان کے مختلف حصّوں میں بعض اور اجرام بھی نظر آتے ہیں جو دیکھنے کو تو چھوٹے چھوٹے چمکدار دھبّے معلوم ہوتے ہیں مگر مذکورۂ بالا دھبوں کی طرح ان کو تاروں کا جُھرمٹ خیال نہیں کیا جا سکتا کیونکہ یہ الگ الگ ستاروں میں تحلیل نہیں ہو سکتے۔ ان دھبّوں کو سحاب کہتے ہیں۔ اِن اجرام کی سب سے مُوضح مثال شاید جبار کا بڑا سحاب ہے۔ یہ سحاب ایک بہت بڑے نیلگوں مادّے کی شکل میں چمکتا ہُوا معلوم ہوتا ہے اور بہت بڑی تکبیری طاقت کی دُور بینوں میں اِس کے بعض حصّوں میں متعدد ستارے بھی نظر آتے ہیں۔

اِس کی ایک اَور مشہور مثال شلیاق کا حلقہ نما سحاب ہے۔ "یہ ایک چمکدار حلقہ ہے جس کا اندرونی حصّہ پورے طور پر تاریک نہیں ہے بلکہ مقابلتہً مدھم سحاب سے بھرا ہُوا ہے جیسے کہ کسی حلقہ پر جالی منڈھی ہوئی ہو" (سر رابرٹ بال)



شکل ۸۳

۱۹۲۔ ستاروں کی ذاتی حرکت ۔ جب کسی ستارہ کا صعودِ مستقیم اور میل متواتر کئی سال تک مشاہدہ کیا جائے تو اس کے مقام میں استقبال، کبو اور

اختلافِ منظر کی بنا پر جو تبدیلیاں ہوتی ہیں اُن کو ملحوظ رکھنے کے بعد بھی یہ معلوم ہوتا ہے کہ قرب وجوار کے دیگر ستاروں کے لحاظ سے اِس کے مقام میں آہستہ آہستہ تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔ پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہر ایک ستارہ اپنی اپنی خاص حرکت رکھتا ہے جو دیگر ستاروں کے ساتھ مشترک نہیں ہے اِس اعتبار سے ستاروں کو "ثوابت" کے نام سے موسوم کرنا پورے طور پر صحیح نہیں ہے۔ تاہم دیگر سریع السیر سیاروں سے تمیز کرنے کی غرض سے ہم اس لفظ کو استعمال کرسکتے ہیں۔

ستاروں کی ذاتی حرکتیں جزوی طور پر سُورج (مع جملہ نظامِ شمسی) کی حرکت پر مبنی ہیں کیونکہ سُورج کی نسبت یہ خیال کیا جاتا ہے کہ وہ فضا میں سے مجمع ہرقل کے ستارہ کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے وہ ستارے جو اس کی حرکت کی سمت میں واقع نہیں ہیں متقابل سمت میں ہٹتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔ تاہم اِس سبب سے جو تبدیلی مقام میں واقع ہوتی ہے اُس کو ملحوظ رکھنے کے بعد بھی اس میں شک نہیں کیا جاسکتا کہ ستارے بذاتِ خود بھی فی الواقع حرکت کرتے ہیں۔

۱۹۳۔ دوہرے ستارے۔ طاقتور دُوربینوں کی مدد سے دیکھا گیا ہے کہ بہت سے ستارے جو بظاہر مجرد معلوم ہوتے ہیں در اصل دوہرے ستارے ہیں اور دو دو مختلف ستاروں پر مشتمل ہیں۔ بعض صورتوں میں یہ ستارے بلحاظ مقدار کے مساوی ہوتے ہیں لیکن اکثر صورتوں میں یہ غیر مساوی ہوتے ہیں۔ جب یہ غیر مساوی ہوں تو بالعموم نامعلوم اسباب کی بنا پر جن کی تاہنوز تشفی بخش توجیہ نہیں کی گئی ان کا رنگ مختلف ہوتا ہے اور چھوٹے ستارہ کا رنگ طیف میں بڑے ستارے کے رنگ سے بلند تر درجہ کا ہوتا ہے مثلاً اگر بڑا ستارہ سرخی مائل ہو تو چھوٹا ستارہ نیلگوں یا سبز ہوگا۔ ان دوہرے ستاروں میں سے تا حال تقریباً ۱۰۰۰۰ ستارے دریافت ہو چکے ہیں۔ بہت سے ستارے جو بادی النظر میں دوہرے معلوم ہوتے ہیں در اصل ایک دوسرے سے بُعدِ عظیم پر واقع ہیں مگر چونکہ وہ ایک ہی خطِ نگاہ میں واقع ہیں اس لیے کرۂ سماوی پر وہ ایک دوسرے کے نہایت قریب قریب نظر آتے ہیں جس کی وجہ سے دوہرے ستارہ کا اشتباہ ہوتا ہے۔ دوہرے ستاروں کی بہترین مثالیں مقدم النواہیں مجمع ہرقل کا ء ستارہ، قطبی ستارہ اور شعرای یمانی ہیں۔ بعض اوقات ستارہ تین یا چار جُدا جُدا اجزا پر مشتمل معلوم ہوتا ہے مثلاً نسرِ واقع، جس کے اندر چار ستارے

ہیں جن میں سے تین سفید ہیں اور ایک سُرخ ہے۔

۱۹۴- ثنائی ستارے ۔ بہت سے دوہرے ستاروں میں اِن کے ہر دو افراد متحرک دکھائی دیتے ہیں اور ہر ایک فرد ایک ایسے ناقص کی شکل میں حرکت کرتا ہے جس کا ماسکہ دونوں کا مشترک مرکزِ ثقل ہے اور یہ حرکت تجاذبِ عامہ کے کُلیہ کا لازمی نتیجہ ہے (دیکھو دفعہ ۷۰)۔ مقدم التوامیں دوہرے ستارہ کی صورت میں یہ حرکت اِتنی سُست ہے کہ دونوں کو ایک گردش کی تکمیل میں شاید کئی صدیاں صَرف ہونگی۔ جو ستارے ایک دُوسرے کے ساتھ اس طرح مربوط ہوں اُن کو ثنائی ستارے کہتے ہیں۔

۱۹۵- ثنائی ستاروں کے مدار ۔ ثنائی ستاروں کی ایک دُوسرے کے گرد حرکت کے باقاعدہ مدار کی زاویئی مقدار خردہ پیما کے ذریعے معلوم کی جاسکتی ہے لیکن مدار کے ابعاد میلوں میں اُس وقت تک معلوم نہیں ہوسکتے تاوقتیکہ ستارہ کا فاصلہ یا بالفاظِ دیگر اِس کا سالانہ اختلافِ منظر معلوم نہ ہو۔ قنطورس کے عہ ستارہ کی صورت میں یہ اختلافِ منظر تقریباً ۷۵ء۰" ہے اور اس کے ظاہری مدار کا نیم محور تقریباً ۵ء۱۷" ہے۔ اِس لیے اِن زاویوں کے قوسی پیمانوں کی نسبت لینے سے ہمیں حاصل ہوتا ہے:۔

$$\frac{17.5''}{0.75''} = \frac{\text{مدار کا نصف محور میلوں میں}}{92000000}$$

جب کسی ثنائی ستارے کے مدار کے ابعاد اور اُس کا دَوری وقت معلوم ہو تو اس کے افرادِ ترکیبی کی کمیتوں کا مجموعہ معلوم ہوسکتا ہے۔ (طریقہ کے لیے ملاحظہ ہو دفعہ ۲۱۴)۔

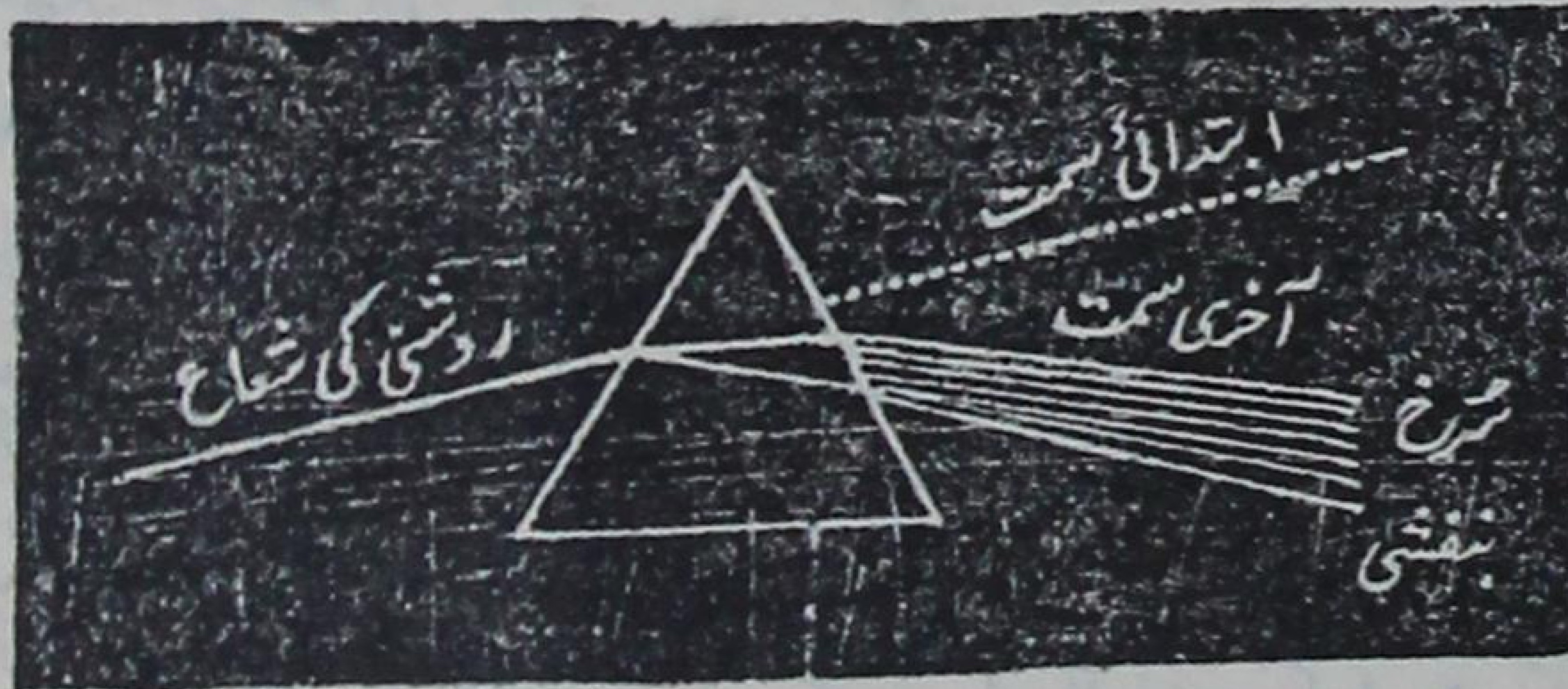
۱۹۶- متغیر ستارے ۔ بعض ستارے ایسے ہیں جن کی چمک مستقل نہیں رہتی، اِن کو متغیر ستارے کہتے ہیں۔ اِس زمرے میں زیادہ قابلِ ذکر ستارے وہ ہیں جن کی چمک بالا دوار بدلتی ہے۔ یہاں صرف اِن میں سے بعض مشہور مثالوں کا ذکر کردینا کافی ہوگا جن میں سے ہر ایک مثالِ خاص خاص اقسام کا ایک نمونہ متصور ہوسکتی ہے۔

۱۹۷- "میرہ کی قسم" کے ستارے ۔ میرہ یا قیطس ۳۳۱ دن کی مدت میں باقاعدگی کے ساتھ تبدیلیوں کے دَور میں سے گزرتا ہے اور اِس دوران میں بلحاظ چمک کے یہ دوسری مقدار کے ستارہ سے گھٹ کر چھٹی مقدار کے ستارہ تک بدلتا ہے۔ اِس کے بعد تقریباً ۵ مہینے تک یہ غائب ہوجاتا ہے اور بعد ازیں پھر اپنی ابتدائی چمک پر آجاتا ہے۔

۱۹۸- ستارہ الغول جو پرسیاوش کے مجمع میں واقع ہے دوری ستاروں کا ایک اور مشہور قسم کا نمونہ ہے۔ یہ تقریباً ۲ دن ۱۳ گھنٹے تک دوسری مقدار کا ستارہ رہتا ہے۔ اِس کے بعد اِس کی چمک بتدریج کم ہوتی جاتی ہے حتیٰ کہ یہ چوتھی مقدار کا ستارہ ہو جاتا ہے۔ اِس میں تقریباً ۳½ گھنٹے کا عرصہ لگتا ہے۔ ۲۰ منٹ تک یہ چوتھی مقدار کا ستارہ رہتا ہے بعد ازیں یہ بتدریج اپنی ابتدائی چمک حاصل کرتا ہے حتیٰ کہ مزید ۳½ گھنٹے کے بعد یہ پھر دوسری مقدار کا ستارہ بن جاتا ہے۔ اِن تبدیلیوں کے پُورے دَور کی مدت ۲ دن ۲۰ گھنٹے ۴۸ منٹ ۵۵ سکنڈ ہے۔ اِس قسم کے ستاروں کے متعلق غالب ترین قیاس یہ ہے کہ اِن کی روشنی کی تخفیف ہمارے اور ستارۂ مذکور کے درمیان میں کسی ایسے تاریک جسم کے حائل ہو جانے سے پیدا ہوتی ہے جو اِس کے گرد ایک خاص مدت میں حرکت کرتا ہے اور معیّن مدتوں کے بعد ستارۂ مذکور کے جزوی خسوف کا باعث ہوتا ہے۔

طیف نما

۱۹۹- علم المناظر کی رُو سے ہم جانتے ہیں کہ جب معمولی سفید شمسی روشنی کی شعاع منشور میں سے گزرتی ہے تو یہ مختلف رنگوں کی ترکیبی شعاعوں میں پھٹ جاتی ہے۔ یہ رنگ بنفشی، نیلا، آسمانی، سبز، زرد، نارنجی اور سُرخ ہیں۔ پس جب مناسب طریقہ پر آلات کو ترتیب دے کر ان رنگین شعاعوں کو ایک پردہ پر ڈالا جاتا ہے تو قوس قزح کے رنگوں کی ایک واضح پٹی دکھائی دیتی ہے جس کے ایک سرے پر بنفشی رنگ اور دُوسرے سرے پر گہرا سُرخ رنگ نظر آتا ہے (دیکھو شکل ۸۴)۔ اِس پٹی کو روشنی کا طیف کہتے ہیں۔ اسی طریقہ سے کسی اور مبداء کی



شکل ۸۴

روشنی کا معائنہ ہوسکتا ہے ۔ عام طور پر ان شعاعوں کو ایک درز میں سے داخل کیا جاتا ہے اور منشور پر پڑنے سے قبل ایک توازی گر عدسہ میں سے گزارا جاتا ہے جس کا ماسکہ درز پر واقع ہوتا ہے ۔ بنابریں اِس عدسہ میں سے گزرنے کے بعد یہ متوازی شعاعوں کی پنسل بن کر نکلتی ہیں ۔

نیز اِن شعاعوں کے منشور میں سے گزرنے کے بعد جو طیف بنتا ہے اس کو دُوربین کے توسط سے دیکھتے ہیں ۔ اس قسم کی ترتیبِ آلات کو طیف نما کہتے ہیں ۔

۲۰۰ ۔ پس ہم اِس طرح شیشہ کے ایک سادہ منشور کی مدد سے کسی ماخذ کی روشنی کو اِس کے اجزائے ترکیبی میں تحلیل کر کے اِس کا معائنہ کر سکتے ہیں ۔ اور کسی روشنی کی شعاع کے طیف کے نقص یا دیگر خصوصیات کا بغور ملاحظہ کرنے سے ہمیں اِس روشنی کے ماخذ کی کیمیائی ترکیب اور طبیعی حالات کے متعلق بہت سی معلومات حاصل ہوسکتی ہیں ۔ طیفی تحلیل کے نام سے تحقیقات کا جو نیا طریقہ ایجاد ہوا ہے وہ اِسی اصول پر مبنی ہے ۔ اِس کی مدد سے کائنات کے متعلق ہماری معلومات میں عظیم الشان اضافہ ہوا ہے ۔

۲۰۱ ۔ **شمسی طیف** ۔ موجودہ صدی کے شروع میں پہلے پہل فراؤن[1] ہوفر نے یہ معلوم کیا کہ سُورج کا طیف رنگوں کی ایک مسلسل پٹی نہیں ہے بلکہ اس کے اندر نہایت باریک تاریک خط ہزاروں کی تعداد میں واقع ہیں ۔ طیف کے بعض حصّوں میں یہ خط بہت کم ہوتے ہیں مگر بعض حصّوں میں اِن کا اِس قدر ہجوم ہوتا ہے کہ اِن کو انفرادی طور پر تمیز کرنا بھی مشکل ہوجاتا ہے ۔ یہ بھی دریافت ہوا ہے کہ اِن خطوں کی ترتیب سُورج کی روشنی کی ایک غیر متبدل اور مستقل خصوصیت ہے اور اس ترتیب کو دیکھ کر ہم بتا سکتے ہیں کہ روشنی کا ماخذ سُورج ہے یا کوئی اور منور جرم ۔

اِس سے ظاہر ہے کہ سُورج کی صرف وہی شعاعیں ہم تک پہنچتی ہیں جو خاص خاص درجوں کا انعطاف رکھتی ہیں ۔ اور مذکورۂ بالا تاریک خطوں کے متناظر دیگر شعاعیں کسی نہ کسی وجہ سے جو فراؤن[1] ہوفر کے وقت میں معلوم نہیں تھی ہم تک پہنچنے نہیں پاتیں ۔ بالآخر اس منظر کی توجیہ مختلف اقسام کی مصنوعی روشنی کو معائنہ کرنے سے کی گئی ۔

۲۰۲ ۔ اگر مختلف ماخذوں کی روشنی کی شعاعوں کو طیف نما کے ذریعے دیکھا جائے تو یہ معلوم ہوگا کہ اِن کے طیفوں کو دو اقسام میں تقسیم کیا جاسکتا ہے :۔

[1] Fraunhofer

(۱) منور ٹھوس اشیاء یا مائعات کے طیف مسلسل ہوتے ہیں جن میں ہر درجۂ انعطاف کی شعاعیں شامل ہوتی ہیں؛ لہٰذا اِن طیفوں کے اندر تاریک خط موجود نہیں ہوتے۔

(۲) اُن جلتی ہوئی گیسوں کے شعلوں کے طیف جن کے اندر ٹھوس ذرات معلق حالت میں نہ ہوں غیر مسلسل ہوتے ہیں اور اِن کے طیف محدود چمکدار خطوں کی صرف ایک خاص تعداد پر مشتمل ہوتے ہیں جن کے مابین تاریک پٹیاں حائل ہوتی ہیں۔

۲۰۴۔ چمکدار خطوں کا انقلاب ۔ اگر کوئی جلتی ہوئی گیس یا بخار جس کے متعلق اب ہمیں معلوم ہے کہ اُس میں سے صِرف خاص خاص درجۂ انعطاف کی شعاعیں برآمد ہوتی ہیں مشاہدہ کنندہ اور مسلسل طیف پیدا کرنے والے کسی ماخذ کے درمیان حائل کیا جائے تو گیس اُسی قسم کی شعاعیں جذب کریگی جو خود اس سے برآمد ہوتی ہیں، یہ امر کہ مشترکہ طیف کے اندر اس خاص قسم کی شعاعیں باقی طیف کے مقابلہ میں تاریک ہونگی یا چمکدار، روشنی کے دونوں ماخذوں کی چمک کی اضافی حدت پر موقوف ہے۔ اِس نہایت ضروری امر کی توضیح کے لیے ذیل کا تجربہ کافی ہوگا:۔

شراب کے چراغ کے شعلہ میں معمولی نمک (جس کے اندر سوڈیم بطور ایک جزوِ ترکیبی کے شامل ہوتا ہے) داخل کرکے سوڈیم کے جلتے ہوئے بخار کا ایک طیف حاصل کرو۔ مشاہدہ سے معلوم ہوگا کہ یہ طیف صرف دو چمکدار زرد خطوں پر مشتمل ہے۔ لیکن اگر سوڈیم کے شعلہ کے عقب میں چُونے کی نہایت تیز روشنی رکھی جائے تو معلوم ہوگا کہ چُونے کی روشنی کے طیف کے اندر (جسے بوجہ ٹھوس چیز کا طیف ہونے کے مسلسل ہونا چاہیے) سوڈیم کے دو چمکدار خطوں کے جواب میں دو تاریک خط ہیں۔ چُونے کی روشنی ہٹا لینے پر یہ خط اُسی چمک دمک کے ساتھ پھر نمودار ہو جاتے ہیں۔ پس ہم دیکھتے ہیں کہ چُونے کی روغنی کی معیّت میں سوڈیم کے چمکدار خط منقلب ہو جاتے ہیں یعنی تاریک خطوں میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ تاریک ہو جانے سے یہ مراد نہیں کہ وہ پہلے کی نسبت جب کہ صرف اِنہیں کا مشاہدہ ہُوا تھا فی الواقع زیادہ تاریک ہو جاتے ہیں بلکہ اس سے یہ مطلب ہے کہ وہ چُونے کی تیز روشنی کے طیف کی چمک کے مقابلہ میں نسبتاً تاریک معلوم ہوتے ہیں۔ کیونکہ چُونے کی روشنی کی وہ خاص شعاعیں جو سوڈیم کا مابہ الامتیاز ہیں اور جو سوڈیم کی عدم موجودگی میں اِن خطوں کی جگہوں کو اِسی طرح منوّر کیے تھیں جیسا کہ باقی طیف ہے وہ سوڈیم کے شعلہ کے حائل

ہو جانے کی وجہ سے شعلہ میں جذب ہو جاتی ہیں حالانکہ باقی شعاعیں بلا رکاوٹ اِس کے بیچ میں سے گزر جاتی ہیں۔

۲۰۴- اُوپر کے اصول کی مدد سے شمسی طیف کے اندر تاریک خطوں کی موجودگی کا مسئلہ نہایت آسانی سے یہ فرض کرنے سے حل ہو سکتا ہے کہ سُورج کے باہر کی طرف بخاروں کی تہیں موجود ہیں جو سُورج کے اندرونی حصّہ (جس کو کرۂ نور کہتے ہیں) سے آنے والی روشنی میں سے خاص خاص قسم کی شعاعیں جذب کر لیتی ہیں۔ اِس لیے کرۂ نور کے طیف میں جو بخارات کی عدم موجودگی کی صورت میں مسلسل ہوتا اب بہت سے تاریک خطوط پیدا ہو جاتے ہیں۔ کرخ ہوف نے ثابت کیا کہ یہ خط ہائیڈروجن، لوہا، جست، نِکل، تانبا اور دیگر فلزات کے خطوں کے متناظر ہیں جو کرۂ شمسی کے گرد بخاری حالت میں موجود ہیں اور اپنے مخصوص خطوں کو منقلب کر دیتے ہیں۔

۲۰۵- سُورج کی سطح اور سُورج کی لپیٹیں ۔ حال کے پُورے سُورج گرہنوں کا طیف نما کے ذریعے معائنہ کر کے سُورج کی بیرونی سطح کی ماہیّت دریافت کی گئی ہے۔ سُورج کے ضیائی کرہ کے باہر لونی کرہ واقع ہے۔ جس کا رنگ نہایت تیز سُرخ ہوتا ہوتا ہے جو غالباً اِس حِصّہ کے جزوِ کبیر یعنی ہائیڈروجن کے شدید درجۂ گرم ہونے کی وجہ سے ہے۔ اِس کے باہر قرنِ شمس ((corona)) ہے۔ یہ روشنی کا ایک حلقہ ہے جو سُورج کے پُورے گرہن کے وقت سُورج کے گرد محیط ہوتا ہے۔ اِس کے طیف میں ہائیڈروجن کی موجودگی کی بہت کم علامات پائی جاتی ہیں اور اِس کی سب سے بڑی خصوصیت ایک نمایاں سبز خط ہے۔

پُورے گرہن کے اثناء میں جب سُورج کا قُرص چاند کے پیچھے چھپا ہوتا ہے تو بظاہر چاند کے قرص کے کنارہ پر چند عجیب ابھار یا نکاس نظر آتے ہیں، جن کو سُورج کی لپٹیں کہتے ہیں۔ پہلے جب اِن کی ماہیّت معلوم نہ تھی تو اِن کو محض لپٹیں کہتے تھے کیونکہ اُس وقت قطعی طور پر یہ معلوم نہ تھا کہ لپٹیں چاند کی بیرونی سطح پر ہیں یا سُورج کی بیرونی سطح پر۔ لیکن ۱۸۶۰ء کے گرہن کے وقت فوٹو لینے سے یہ پورے طور پر معلوم ہو گیا کہ یہ سورج کی ہیں کیونکہ ان تصویروں سے صاف معلوم ہوتا ہے کہ چاند کا قُرص اِن کے اُوپر سے اِسی طرح گزرتا ہے جیسے کہ سُورج کی سطح کے دیگر حصّوں پر سے۔ یہ لپٹیں شعلہ کی مانند معلوم ہوتی ہیں جن کا رنگ ارغوانی ہوتا ہے اور وہ اپنی شکل اور مقدار کے لحاظ سے

عجیب و غریب طور پر بدلتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔ اِن میں سے بعض کی بلندیاں ۸۰۰۰۰ میل تک پہنچتی ہیں۔ یہ جس سُرعت کے ساتھ بدلتی ہیں اُس کا اندازہ پروفیسر ینگ کی بیان کردہ مثال سے بخوبی ہو سکتا ہے جسے نیو جرسی میں پرنسٹن کے رصد خانہ میں مشاہدہ کیا گیا تھا۔ پروفیسر موصوف نے دیکھا کہ اِن لپٹوں میں سے ایک لپٹ جو پہلے تقریباً ۴۰ ہزار میل بلند تھی فوراً نہایت سرعت کے ساتھ بڑھ کر تین لاکھ ۵۰ ہزار میل کی بلندی تک پہنچ گئی۔ اِس کے بعد وہ بتدریج ٹوٹ گئی اور بالآخر کلیتہً معدوم ہو گئی اور یہ تمام تغیر و تبدل دو گھنٹے کے اندر اندر واقع ہُوا۔ اِن لپٹوں کو مشاہدہ کرنے کے لیے اب ضروری نہیں کہ سُورج گرہن کا انتظار کیا جائے بلکہ طیف نما کی مناسب تنظیم سے اِن کی ساخت کو ویسی ہی صحت اور عمدگی کے ساتھ مشاہدہ کیا جا سکتا ہے جیسا کہ سُورج گرہن کے وقت، مزید براں مشاہدہ کو کافی دیر تک جاری رکھا جا سکتا ہے اور یہ ایسی سہولت ہے جو بوقتِ گرہن مشاہدہ کرنے میں میسّر نہیں آتی۔

۲۰۶ - سیارہ کا طیف بھی بعینہٖ سُورج کے طیف کے متماثل ہونا چاہیے۔ لیکن چونکہ سُورج کی روشنی کو سیارہ کے کرۂ ہوائی میں سے دو دفعہ گزرنا پڑتا ہے اِس لیے اِس کی بعض شعاعیں جذب ہو جاتی ہیں اور بناءً علیہ طیف میں خفیف سا اختلاف ہو جاتا ہے۔ بعض سیّاروں کے طیف میں چند مخصوص خطوں کی موجودگی اِس امر کی مظہر ہے کہ اِن سیّاروں میں پانی اُنہی حالات کے تحت جو زمین کے کرۂ ہوائی میں موجود ہیں پایا جاتا ہے۔ چاند کا طیف بعینہٖ سُورج کے طیف کے متماثل ہے جو اس امر کی مصدقہ دلیل ہے کہ چاند کرۂ ہوائی سے معرّا ہے۔

۲۰۷ - ستاروں کے طیف

ستاروں کو اُن کے طیفوں کے لحاظ سے مختلف قسموں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے:۔

(۱) وہ ستارے جن کے طیفوں میں نسبتہً بہت کم خط پائے جاتے ہیں اور اِن میں سب سے ممتاز اور نمایاں خطوط نہایت بلند درجہ تپش کی ہائیڈروجن کے خطوط کے متناظر ہیں۔ اِس زمرے میں سب سفید اور نیلے ستارے شامل ہیں مثلاً شعری اور (عہ) شلیاق۔

(۲) دُوسرے زمرے میں ایسے ستارے شامل ہیں جیسے دبران اور سماکِ

رابع - اِن کے طیف سُورج کے طیف کے مشابہ ہیں یعنی اِن میں بہت سے باریک خط پائے جاتے ہیں جو ستاروں کے اندر ہائیڈروجن کے علاوہ دیگر فلزات کی موجودگی پر دلالت کرتے ہیں۔

(۳) تیسرے زمرے میں وہ ستارے ہیں جن کے طیفوں میں سیاہ چوڑی پٹیاں پائی جاتی ہیں۔ اِن میں سے اکثر ستارے سُرخ ہیں اور بہتیرے متغیر ہیں۔

بہت سے فلزات جو سُورج میں پائے جاتے ہیں اُن کی موجودگی ستاروں میں بھی مشاہدہ کی گئی ہے۔ مثلاً دبران میں سوڈیم، لوہا، بسمتھ، سرمہ، میگنیسیئم، کیلسیئم پارا اور ٹیلوریئم کی شہادت موجود ہے۔

۲۰۸ - سحابوں کے طیف ۔ ہگنز[1] نے پہلے پہل معلوم کیا کہ بعض سحابوں کے طیف ستاروں کے طیفوں کی طرح رنگوں کی مسلسل پٹیاں نہیں ہوتیں جن کے آرپار تاریک خط ہوں بلکہ محض چند چمکدار خطوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ چار چمکدار خط عام طور پر آسانی سے دیکھے جا سکتے ہیں جن میں سے دو یقیناً ہائیڈروجن کی وجہ سے ہوتے ہیں لیکن باقی دو کی ماہیت تا حال معلوم نہیں ہو سکی۔ اس سے ظاہر ہے کہ یہ سحاب در اصل جُداگانہ ستاروں کے اجتماع نہیں ہیں بلکہ چمکتے ہوئے گیسی مادّہ پر مشتمل ہیں جس کا جزوِ اعظم ہائیڈروجن ہے۔ مجمع جبّار کا بڑا سحاب اِسی زمرہ کا ایک نمونہ ہے۔

بہت سے اَور سحاب جن کا نمونہ اندرومیدا کے سحاب میں پایا جاتا ہے بالکل مختلف قسم کے طیف پیدا کرتے ہیں۔ اِن کے طیف بجائے چند چمکدار خطوں کے مسلسل ہوتے ہیں، جس سے یہ نتیجہ نکل سکتا ہے کہ یہ روشنی چھوٹے چھوٹے مگر لاتعداد ستاروں کے ہجوم سے آتی ہے۔ اِس قسم کے سحاب عموماً سفید ہوتے ہیں لیکن گیسی سحاب کا رنگ نیلگوں ہوتا ہے۔

۲۰۹ - طیف نما کے سب سے مشہور اور قابلِ ذکر فوائد میں سے ایک یہ ہے کہ اِس کی مدد سے ہم کسی ستارہ کی رفتار خطِ نگاہ میں زمین کی جانب یا اِس کے مقابل آسانی سے ناپ سکتے ہیں۔ اگر روشنی کا ماخذ زمین کی طرف آ رہا ہو تو اِس کے نور کی موج کا

---

[1] Huggins

طول کم ہو جائیگا کیونکہ اس صورت میں اہتزازوں کی فی ثانیہ جو تعداد زمین تک پہنچیگی وہ ماخذِ مذکور کے ساکن ہونے کی نسبت زیادہ ہوگی۔ برخلاف اس کے زمین سے دُور ہٹنے کی صورت میں طولِ موج اِسی مناسبت سے بڑھ جائیگا لیکن ہر ایک شعاع کی انعطاف پذیری اس کی موج کے طول پر منحصر ہے اور طولِ موج میں کمی ہونے سے شعاعِ مذکور طیف کے بنفشئی سرے سے مقابلۃً زیادہ نزدیک پڑیگی۔ پس کسی ستارہ کے طیف کے اندر ہائیڈروجن یا کسی دوسری چیز کے خطوں کے مقامات کا مقابلہ آزادانہ طور پر اُن خطوں کے مشاہدہ کیے ہوئے مقامات کے ساتھ کرنے سے یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ موجوں کے طول کم ہو گئے ہیں یا بڑھ گئے ہیں اور بنائے علیہ جرمِ زیرِ غور زمین کی طرف یا اُس کے مخالف سمت میں حرکت کر رہا ہے اور کس رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔ یہ طریقہ ستاروں کی ایک کافی بڑی تعداد کی رفتاریں معلوم کرنے میں استعمال کیا گیا ہے اور نتائجِ محصّلہ بعض صورتوں میں خطِ نگاہ میں ۲۰ یا ۳۰ میل فی ثانیہ کی رفتار ظاہر کرتے ہیں۔

"اِس طریقہ کے نظریہ کی تصدیق سُورج کے مشاہدات سے نہایت عمدگی اور خوش اسلوبی کے ساتھ ہوتی ہے۔ چونکہ گردش کی وجہ سے سُورج کا شرقی کنارہ ہمارے نزدیک آتا ہے اور غربی کنارہ دُور جاتا ہے۔ اس لیے اِن کناروں کے طیفوں میں حسب تشریح بالا اختلاف پایا جاتا ہے اور اِس مشاہدہ کردہ اختلاف کی بنا پر گردش کی جو مقدار محسوب کی جاتی ہے وہ گردش کی اصلی رفتار سے جو دوسرے ذرائع سے محسوب کی گئی ہے عملاً مطابقت رکھتی ہے۔" (سر رابرٹ بال)

چودھواں باب

اجرامِ فلکی کی کمیتیں

۲۱۰۔ زمین کی کمیت اِس کی قوتِ جاذبہ کا کسی اَور معلومہ کمیت والے جسم کی قوتِ جاذبہ کے ساتھ مقابلہ کرنے سے معلوم ہوسکتی ہے۔

۲۱۱۔ مسکیلین[1] کا طریقہ۔ شی ھالین[2] نامی سکاٹ لینڈ کا ایک پہاڑ منتخب کیا گیا جس کی شکل اس قدر منتظم تھی کہ اس کا حجم صحیح طور پر محسوب ہوسکتا تھا۔ نیز اس پہاڑ کی کثافتِ اضافی اس کے مختلف معدنیاتِ ترکیبی کے باہمی تناسب کی بناپر معلوم کرلی گئی۔ اب اس پہاڑ کے شمال اور جنوب کی طرف ایک ہی نصف النہار پر دو رصد خانے تعمیر کیے گئے۔ نقطۂ راس کا تعین سمتِ شاقول کے ذریعہ کرنے سے ان دو مقامات پر کسی منتخب ستارہ کے نصف النہاری راسی فاصلے مشاہدہ کیے گئے۔ اب اگر ہر مشاہدہ کے وقت شاقول کی ڈوری ٹھیک نقطۂ راس کی سمت میں ہو تو ظاہر ہے کہ ستارۂ مذکور کے مشاہدہ کردہ نصف النہاری راسی فاصلوں کا فرق اِن رصد خانوں کے عرض بلدوں کے فرق کے مساوی ہوگا۔ لیکن تجربہ سے معلوم ہوا کہ اوّل الذکر فرق آخر الذکر سے بقدر ۱۱ء۶″ کے زیادہ ہے، اِس اختلاف کی

---

[1] Maskelyne

[2] Schehallien

صریحاً ایک ہی وجہ ہو سکتی ہے اور وہ یہ کہ پہاڑ شاقولوں کی ڈوریوں کو کشش کرتا ہے جس کی وجہ سے ایک ڈوری اصلی انتصابی سمت سے شمال کی طرف اور دوسری جنوب کی طرف اتنا ہٹ جاتی ہے کہ ان ہٹاؤں کا مجموعہ ۱۱٫۶″ ہو جاتا ہے۔

اب پہاڑ کے حجم کا زمین کے حجم کے ساتھ مقابلہ کرنے سے جُداگانہ طور پر حساب لگا کر کہ اگر زمین کی اوسط کثافت اضافی پہاڑ کی اوسط کثافت اضافی کے مساوی ہو اُس صورت میں شاقول کی ڈوریوں کا ہٹاؤ کس قدر ہوتا یہ محسوب کیا گیا کہ اس مفروضہ کی بنا پر کل ہٹاؤ بجائے ۱۱٫۶″ کے ۲۰٫۸″ ہونا چاہیے۔ اس لیے اِس سے یہ نتیجہ نکالا گیا کہ زمین کی کثافتِ اضافی پہاڑ کی کثافت اضافی سے نسبت ۲۰٫۸ : ۱۱٫۶ میں زیادہ ہے۔ اب شی ھالین (جو گار کے پتھر، سنگِ ابرق اور قلمی چُونے کے پتھر کی تقریباً مساوی مقداروں سے مرکب ہے) کی اوسط کثافتِ اضافی ۲٫۸ معلوم کر لی گئی۔ یہ کثافتِ اضافی معلوم ہو جانے پر نسبتِ بالا کے لحاظ سے فوراً یہ معلوم ہو گیا کہ زمین کی اوسط کثافتِ اضافی ۵٫۰۲ ہے۔ اگر زمین کا حجم معلوم ہو تو اِس سے زمین کی کمیّت فوراً محسوب ہو سکتی ہے۔

کیونڈش کا تجربہ — ذیل کا طریقہ پہلے پہل کیونڈش نے ۱۷۹۸ء میں اختیار کیا۔ اُس نے ایک ہلکی چوبی سلاخ لی جس کے دونوں سروں پر دو چھوٹے گولے لگے ہوئے تھے اور اس کو ایک نہایت باریک تار کے ذریعے اُفقی وضع میں لٹکا دیا۔ حالتِ سکون میں آجانے کے بعد دھات کے دو بڑے گولے چوبی سلاخ کے متقابل جانب چھوٹے گولوں کے نزدیک لائے گئے۔ متقابل جانب لانے کی وجہ یہ ہے کہ اِن کی کششیں سلاخ کو ایک ہی سمت میں منصرف کریں۔ اس طرح کچھ انصراف پیدا ہوتا ہے اور تار کی لچک اِس انصراف کے مزاحم ہوتی ہے۔ اب بڑے گولوں کے محلوں کو بدل دیا جاتا ہے اور اِن کو اول الذکر سمتوں کی متقابل سمتوں سے چھوٹے گولوں کے قریب لایا جاتا ہے، جس سے مخالف سمت میں اوّل الذکر انصراف کے مساوی انصراف پیدا ہوتا ہے۔ ظاہر ہے کہ ہر صورت میں زاویۂ انصراف گیندوں کے انتہائی مقامات کے نصف فرق کے مساوی ہے۔ اب اگر زاویۂ انصراف طہ ہو تو جو جُفت مروڑے ہوئے تار کو کھولنے کے لیے عمل کرتا ہے اُس کی مقدار م طہ ہو گی جہاں م ایک مستقل مقدار ہے

جس کو تار کی مروڑ کی استواری کہتے ہیں۔

اب م کی قیمت بڑے گیندوں کو ہٹا لینے کے بعد سلاخ کے اہتزازوں کے دَور کی مدت کو مشاہدہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے۔ اور اِس سے چھوٹے گولوں پر دھات کے گولوں کی کشش کی مقدار محسوب ہو سکتی ہے۔ اُس قوت کا مقابلہ زمین کی کشش کے ساتھ کرنے سے جس سے کہ یہ چھوٹے گولوں کو کھینچتی ہے، زمین کی کمیّت کی نسبت ایک بڑے گولے کی کمیّت کے ساتھ محسوب ہو سکتی ہے۔

ایک اور طریقہ جسے پہلے پہل کیونڈش نے استعمال کیا تھا کھاڑیوں کے اندر جوار بھاٹوں کی کشش کو مشاہدہ کرنے پر مبنی ہے۔ یہی مقصد ایک گہری کان کی چوٹی اور تہ میں ایک رقاص کے اہتزازوں کا مقابلہ کرنے سے بھی حاصل ہو سکتا ہے، اِن کے علاوہ اور بہت سے تجربے ہیں جن کی تفصیل اِس موقع پر مناسب معلوم نہیں ہوتی۔

سُورج کی کمیّت اور زمین کی کمیّت کی نسبت کی تعیین

۲۱۲ - فرض کرو کہ سورج سے زمین کا فاصلہ س ہے اور ت اس کی دَوری مدت ہے، نیز فرض کرو کہ زمین سے چاند کا فاصلہ اور اس کی دوری مدّت بالترتیب ر اور تَ ہیں۔ لہذا اگر دونوں مداروں کو مستدیر فرض کیا جائے تو

$$\text{زمین کا عمودی اسراع سُورج کی وجہ سے} = \frac{۴\pi^۲ \text{س}}{\text{ت}^۲}$$

$$\text{چاند کا عمودی اسراع زمین کی وجہ سے} = \frac{۴\pi^۲ \text{ر}}{\text{تَ}^۲}$$

لیکن اگر مس اور من بالترتیب سُورج اور زمین کی کمیتوں کو تعبیر کریں تو ظاہر ہے کہ زمین کا اسراع سُورج کی طرف : چاند کا اسراع زمین کی طرف $= \frac{\text{مس}}{\text{س}^۲} : \frac{\text{من}}{\text{ر}^۲}$ ملاحظہ ہو نیوٹن کا کلیۂ تجاذب دفعہ ۷۰)، پس (اُس کشش کو جو چھوٹے اجرام بڑے اجرام پر لگاتے ہیں نظر انداز کرنے سے)

$$\frac{\text{مس}}{\text{س}^۲} : \frac{\text{من}}{\text{ر}^۲} = \frac{۴\pi^۲ \text{س}}{\text{ت}^۲} : \frac{۴\pi^۲ \text{ر}}{\text{تَ}^۲}$$

یعنی

$$\frac{\text{س}}{\text{ز}} = \frac{\text{سا}^{3}}{\text{ت}^{2}} : \frac{\text{ر}^{3}}{\text{ت}^{2}}$$

اگر ہم سا کو تقریباً ۳۸۵ ر کے اور ت کو تقریباً ۱۳ ت کے مساوی لیں تو مندرجۂ بالا نتیجہ سے حاصل ہوتا ہے :-

$$\text{س} = \frac{385^{3}}{13^{2}}\,\text{ز} = 337672\,\text{ز}$$

اب چونکہ زمین کی کمیّت معلوم ہے اس لیے سورج کی کمیّت معلوم ہو سکتی ہے۔

۲۱۳ - سیّاروں کی کمیّتیں —— سورج کی کمیّت معلوم ہو چکنے کے بعد اب ہم کسی ایسے سیّارہ کی کمیّت جس کے ساتھ کوئی تابع بھی ہو نہایت آسانی سے معلوم کر سکتے ہیں۔ مثلاً مشتری کی صورت میں فرض کرو کہ اِس کے مدار کا نصف قطر سا ہے اور ت اِس کی دَوری مدت ہے، نیز ر اور ت بالترتیب اِس کے توابع میں سے کسی ایک کے مدار کے نصف قطر اور دَوری مدّت کو تعبیر کرتے ہیں۔ اب مشتری کی کمیّت ش ذیل کے تناسب سے معلوم ہو سکتی ہے :-

$$\text{س} : \text{ش} = \frac{\text{سا}^{3}}{\text{ت}^{2}} : \frac{\text{ر}^{3}}{\text{ت}^{2}}$$

اِس سے سورج کی کمیّت کی نسبت مشتری کی کمیّت کے ساتھ ۱۰۴۷ : ۱ نکلتی ہے، اگر ہم اپنے حسابات کو مشتری کے چار توابع میں سے کسی ایک تابع کی مشاہدہ کردہ دَوری مدّت اور اس کے اوسط فاصلہ پر مبنی کریں تو بھی ہمیں یہی نتیجہ حاصل ہوتا ہے۔

جن سیّاروں کے ساتھ کوئی تابع نہیں اُن کی کمیّتیں اُن اثرات کو جو سیّاراتِ مذکور کی کشش سے دیگر ارکانِ نظامِ شمسی پر پیدا ہوتے ہیں ملاحظہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہیں۔

۲۱۴ - ثنائی ستاروں کی کمیّتیں —— اگر کسی ثنائی ستارہ کے مدار کا

نصف محورِ اعظم اور نیز اِس کی گردش کا دَور معلوم ہو تو ہم سُورج کی کمیت کی نسبت، ثنائی ستارے کے افراد کی کمیتوں کے مجموعہ کے ساتھ ذیل کے تناسب سے معلوم کر سکتے ہیں:-

$$س : م + مَ = \frac{ر^3}{ت^2} : \frac{ر^3}{ت^2}$$

جہاں ر ثنائی ستارہ کے مدار کا نصف محورِ اعظم ہے، ت اِس کی دَوری مدت ہے اور م + مَ اس کے افراد کی کمیتوں کا مجموعہ ہے، نیز س، ر اور ت سے وہی مقادیر تعبیر ہوتی ہیں جو دفعۂ گذشتہ ہیں، مثلاً مضاعف ستارہ عہ قنطورس میں اِس کے مدار کا نصف محورِ اعظم سُورج اور زمین کے فاصلہ کا ۲۳٫۳ گنا ہے اور گردش کی مدت ۷۷ سال ہے، پس اِس صورت میں

$$س : م + مَ = ۱ : \frac{۲۳٫۳^3}{۷۷^2}$$

یعنی $م + مَ = ۲٫۱۴ س$

اِس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ قنطورس عہ کے دو ستاروں کی کمیتوں کا مجموعہ سُورج کی کمیت کے دُگنے سے قدرے زیادہ ہے۔

فلکی گولے پر نوٹ

فلکی گولے کی سطح پر ستاروں کے ظاہری مقامات اور کرۂ سماوی کے مختلف دائروں کے مقامات مندرج ہوتے ہیں۔ یہ گولا ایک ایسے قالب کے اندر گھومتا ہے جس میں ایک پیتل کا نصف النہار (درجہ دار) لگا ہوتا ہے جو انتصابی سطح مستوی میں رہتا ہے اور نیز ایک چوڑا، اُفقی، چوبی حلقہ ہوتا ہے جو اُفق کو تعبیر کرتا ہے۔ اِس چوبی اُفق پر سال کے مہینے اور دن، ہر دن کے لیے وقت کی مساوات اور سُورج کا روزانہ طول بلد مرقوم ہوتے ہیں۔ نیز بارہ بُرج بھی ترتیب وار مندرج ہوتے ہیں، مزید براں السمتوں کو ناپنے کے لیے ایک دائرہ بھی درجوں میں منقسم ہوتا ہے۔ وہ سہارے جن کے گرد یہ گولا گھومتا ہے پیتل کے نصف النہار کے متقاطر نقطے ہوتے ہیں جو بالترتیب شمالی قطبِ سماوی اور جنوبی قطبِ سماوی کو تعبیر کرتے ہیں۔

گولے کے شمالی قطب پر چھوٹا سا پیتل کا دائرہ ہوتا ہے جس کو ساعتی نمایندہ کہتے ہیں اور جس پر گھڑی ڈائیل کی طرح دن کے گھنٹوں کے نشان منقوش ہوتے ہیں۔ اِس دائرہ کو انگلیوں کے ذریعے گھما کر اس کے کسی ایک نشان کو نصف النہار کے مقابل میں لا سکتے ہیں لیکن جب اس کو ایک دفعہ جما دیا جائے تو فوک کی وجہ سے یہ فلکی گولے کے ساتھ گھومتا رہتا ہے۔

فلکی گولے پر جو مختلف دائرے کھنچے ہوتے ہیں اُن کے متعلق یہ امر قابلِ مشاہدہ ہے کہ استوا اور طریقِ شمس کی درجہ بندی درجوں اور درجہ کی کسروں میں کی ہوئی ہے۔

فلکی گولے کو اِس طرح رکھنا کہ یہ کسی خاص مقام اور کسی خاص ظاہری وقت پر آسمان کی ہیئت کو تعبیر کرے

(۱) نصف النہار پر جو درجے لگے ہوئے ہیں اُن کی مدد سے قطب کو اتنا اونچا کرو جتنا کہ مقامِ مشاہدہ کا عرض بلد ہے۔

(۲) اُس دن کے لیے طریق شمس پر سورج کا مقام معلوم کرو (اس مقام کی تخصیص فلکی گولے پر کاغذ کا چھوٹا سا ٹکڑا چپکانے سے ہو سکتی ہے) پھر فلکی گولے کو اتنا گھماؤ کہ یہ نشان نصف النہار پر منطبق ہو جائے۔ اب ساعتی نمایندہ کو ۱۲ پر رکھو تب یہ وضع ظاہری ظہر کے متناظر ہوگی۔

(۳) بالآخر گولے کو اس قدر گھماؤ کہ وہ ساعت جس پر آسمان کی ہیئت معلوم کرنا مقصود ہے نصف النہار پر آجائے۔ یہی محلِ مطلوبہ ہے۔

اگر گولے کو اِس طرح رکھا جائے کہ نصف النہار کی سطح مستوی شمالاً جنوباً ہو تو اِس سے آسمان پر کے کسی بھی ستارہ کی حقیقی سمت اور اُس کا اضافی مقام راست معلوم ہو سکیگا۔

وہ وقت معلوم کرنا جس پر کوئی جرمِ سماوی کسی دیے ہوئے مقام پر طلوع یا غروب ہوتا ہے

(۱) قطب کا ارتفاع اتنا بناؤ جتنا کہ اُس مقام کا عرضِ بلد ہے۔

(۲) فلکی گولے کو اتنا گھماؤ کہ طریقِ شمس پر سورج کا جو مقام ہے وہ نصف النہار کے

آجائے۔ اب ساعتی نمائندہ کو ۱۲ پر رکھو۔

(۳) اب اگر ہمیں طلوع کا وقت معلوم کرنا ہو تو فلکی گولے کو گھما کر جرمِ زیرِبحث کے مقام کو اُفق کے شرقی کنارہ پر لے آؤ اور اگر ہمیں غروب کا وقت معلوم کرنا ہو تو فلکی گولے کو گھما کر مقامِ مذکور کو اُفق کے غربی کنارہ پر لے آؤ اور مطلوبہ وقت ساعتی نمائندہ سے پڑھ لو۔

اِسی طریقہ سے کسی جرمِ سماوی کے نصف النہار پر پہنچنے کا وقت معلوم ہو سکتا ہے۔

مشقیں

(۱) فلکی گولے کے ذریعے طلوعِ شمس اور غروبِ شمس کے ظاہری اوقات ۱۵ اپریل کو معلوم کرو۔

(۲) بتاؤ کہ اُسی تاریخ کو شفق کتنے عرصہ تک رہتی ہے۔

(۳) ۲۵ ، نومبر کو ڈبلن (عرض بلد ۵۳° ۲۰′ شمالی) میں دن کا طول معلوم کرو۔

(۴) شعری (۱) ۱۰ ، اگست کو (۲) ۴ ، دسمبر کو ڈبلن کے نصف النہار کو کس وقت عبور کرتا ہے؟

(۵) ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۴۰° ہے ستارہ سماکِ رامح کسی خاص تاریخ کو ۸ بجے شام کے وقت طلوع کرتا ہے۔ تاریخ کیا ہے؟

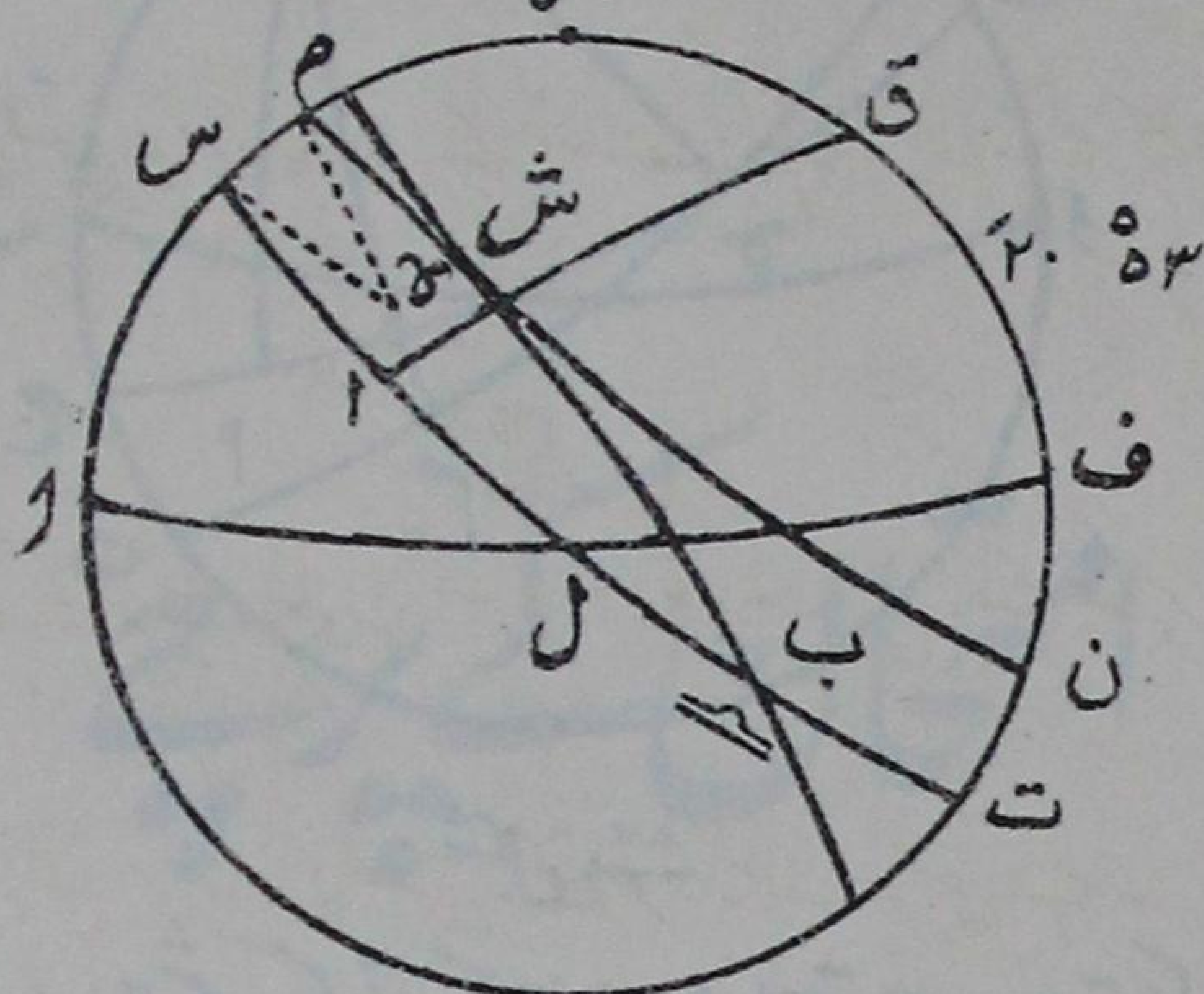
(۶) ہمیں ڈبلن میں ۱۵ ، اکتوبر کو ۸ بجے شام کے وقت نسرِ واقع کے عہ کی تلاش آسمان کے کس حصہ پر کرنی چاہیے؟

زمین پر نصف النہاری خط کھینچنا

ایک ثابت اُفقی سطحِ مستوی پر پرکار کے ذریعے بہت سے ہم مرکز دائرے کھینچو۔ اِن دائروں کے مشترک مرکز پر سیدھے تار کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا اس اُفقی سطحِ مستوی پر عمودوار استادہ کرو۔ قبلِ ظہر جس نقطہ پر اس تار کا سایہ کسی ایک دائرہ کو قطع کرتا ہے وہاں نشان لگاؤ نیز سایۂ مذکور بعدِ ظہر جس نقطہ پر اُسی دائرہ کو قطع کرتا ہے وہاں بھی نشان لگاؤ۔ اب اگر اس دائرہ کا نصف قطر ایسا کھینچا جائے جو ان نقطوں کے

درمیانی قوس کی تنصیف کرے تو یہ نصف قطر نصف النہار پر منطبق ہوگا۔ بہت سے دائرے اِس لیے کھینچ گئے ہیں مبادا کہ بادل حائل ہوکر ہمارے مُشاہدات میں حارج ہو۔

ڈبلن (عرض بلد ۵۳° ۲۰′) میں ۲۱ رجون ۹ بجے صبح کو، اُفق، طریقِ شمس، استوا اور سُورج کے مقام کی تعیین فلکی گولے پر۔

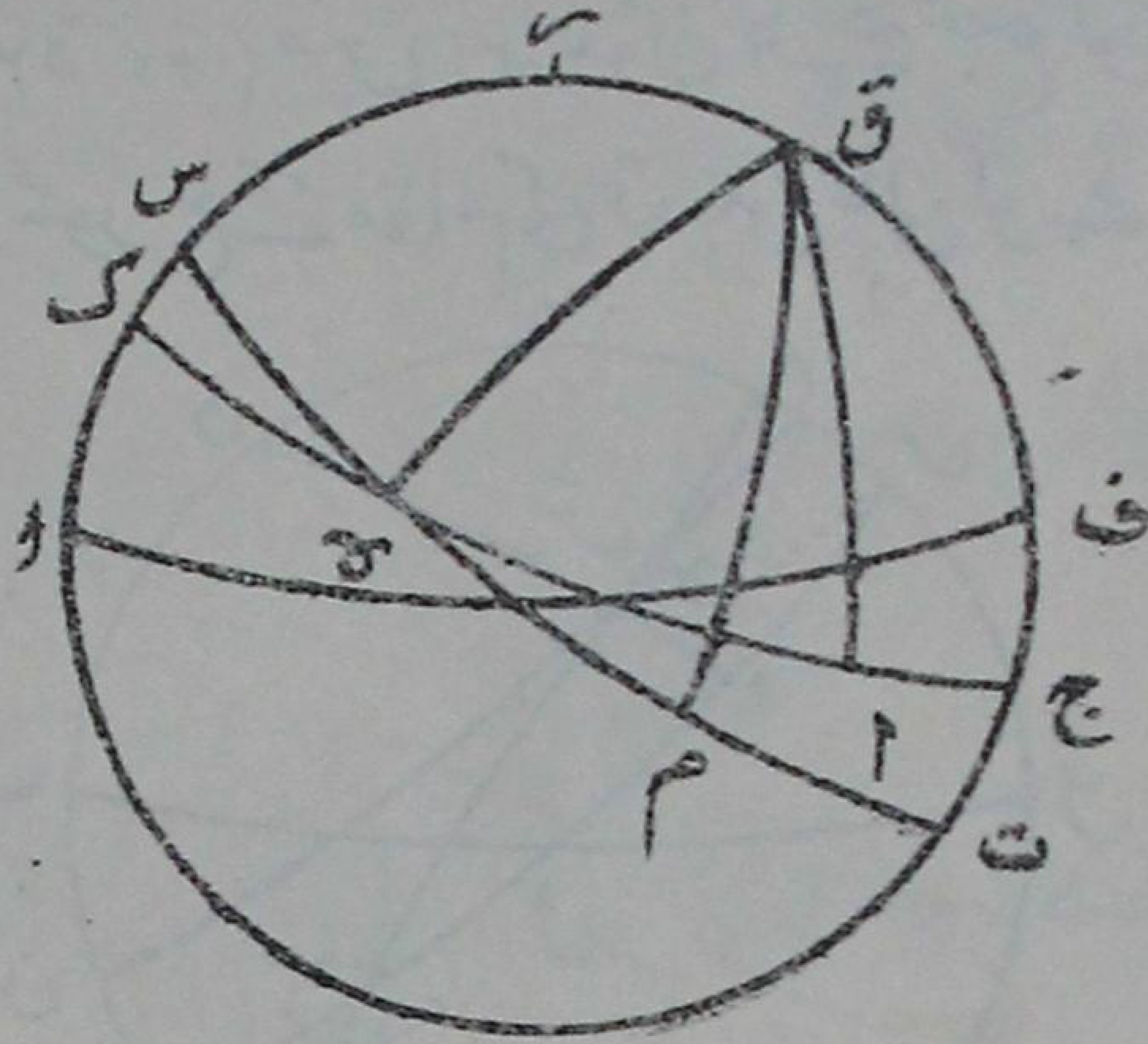


شکل ۸۵

یہاں ق ف (شکل ۸۵) کو جو اُفق ا ف کے اُوپر قطب کا ارتفاع ہے ۵۳° ۲۰′ کے مساوی بناؤ۔ س م = ۲۳° ۲۸′ قطع کرو اور م میں سے م ن استوا س ت کے متوازی کھینچو، تب م ن سے ۲۱ رجون کو سُورج کا ظاہری یومیہ راستہ تعبیر ہوتا ہے، تب چونکہ ۹ بجے صبح سُورج کا ساعتی زاویہ ۴۵° مشرق ہوتا ہے اس لیے س ل کی تنصیف ا پر کرو اور ا ق کو ملاؤ، تب زاویہ س ق ا ، ۴۵° شرق کا ساعتی زاویہ ہے اور اِس ساعت میں سُورج کا مقام ش پر ہے۔ جہاں ش ، ق ا اور م ن کا نقطۂ تقاطع ہے۔ اب چونکہ ۲۱ رجون کو سُورج کا صعودِ مستقیم ۹۰ درجہ ہوتا ہے اور راس الحمل ♈ سے مشرق کی طرف ناپا جاتا ہے اِس لیے سُورج میزان ♎ سے ۹۰° مغرب کی طرف ہوگا۔ اِس لیے ا ب کو ۹۰° کے مساوی قطع کرو، تب ♎ ب پر ہے اور طریقِ شمس ش ب استوا کو ♎ پر اور نیز کُرہ کو مقابل کی یعنی مغربی جانب ♈ پر قطع کرتا ہے۔

کُرۂ سماوی پر وہ زاویے معلوم کرنا جن سے کوکبی وقت، اوسط

شمسی وقت، اوسط شمس کے صعودِ مستقیم، ظاہری شمسی وقت اور وقت کی مساوات کی پیمائش ہو۔



شکل ۸۶

یہاں ک ج طریقِ شمس کو تعبیر کرتا ہے جو استوا س ت کو ء پر قطع کرتا ہے، م اور ا بالترتیب اوسط شمس اور ظاہری شمس کے مقام ہیں جہاں اول الذکر استوا پر ہے اور آخر الذکر طریقِ شمس میں ہے تب زاویہ س ق ء کوکبی وقت کی پیمائش کریگا۔ زاویہ س ق م اوسط شمسی وقت ہوگا۔ ء ق م اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ہوگا، نیز ظاہری شمسی وقت کی پیمائش زاویہ س ق ا سے اور وقت کی مساوات کی پیمائش زاویہ م ق ا سے ہوگی۔

مشقیں

۱۔ ڈبلن میں ۲۱ مارچ کو (۱) طلوع کے وقت (۲) ظہر کے وقت اور (۳) ۳ بجے بعدِ ظہر کرۂ سماوی کی جو صورتیں نظر آتی ہیں اُن کے نقشے کھینچو۔

۲۔ ایک مقام کا عرض بلد ۳۰° شمال ہے، اس مقام پر ۲۱ مئی کو صبح کے ۱۰ بجے اور ظہر کے وقت کرۂ سماوی کی جو شکل نظر آتی ہے اُس کا نقشہ کھینچو۔

۳۔ اگر سالِ شمسی کا طول ما ہو، کوکبی یوم کا طول س ہو، اور اوسط یوم کا طول م ہو، تو ثابت کرو کہ

$$\frac{۱}{س} - \frac{۱}{م} = \frac{۱}{ما}$$

امتحان کے پرچے

اور

متفرق سوالات

امتحان کے پرچے

[سوالاتِ ذیل از ۱ تا ۱۰۰ ڈبلن کی جامعہ میں سالِ سوم اور سالِ چہارم کے طلبہ کو دیے گئے تھے۔ ہر ایک پرچہ ۱۰ سوالات پر مشتمل تھا۔ باقی سوالات لنڈن و رائل یونیورسٹی آئرلینڈ کے امتحانات طیلسان کے پرچوں سے اخذ کیے گئے ہیں]

(۱)

۱ — "دوہرے ستاروں" "نئے ستاروں" "دوری ستاروں" اور "سحابوں" کے متعلق تمھیں جو معلوم ہو بیان کرو۔

۲ — صراحت کے ساتھ اس امر کی توضیح کرو کہ اُفق کے قریب سُورج اور چاند کے قرص کیوں بیضوی شکل کے معلوم ہوتے ہیں۔

۳ — اِس فقرہ کی وضاحت کے ساتھ توجیہ کرو۔

"اب سے تقریباً ۱۳ ہزار سال کے بعد شمالی قطبِ سماوی قطبی ستارہ سے تقریباً ۴۹° کے فاصلہ پر ہوگا"

۴ — "سالانہ اختلافِ منظر" سے کیا مُراد ہے؟

(ا) اگر ایک ثابت ستارہ کے سالانہ اختلاف میں تقریباً ت سکنڈ ہوں تو ثابت کرو کہ اِسس ستارہ سے ہم تک روشنی پہنچنے کے لیے تقریباً $\frac{16}{5ت}$ سال کا عرصہ درکار ہوگا۔

۵ — سیاروں کی گردش کی توجیہات جو "کوپرنیکی نظام" اور "بطلیموسی نظام" سے موسوم ہیں انھیں بالتفصیل بیان کرو اور بتاؤ کہ اول الذکر کی تصدیق سیارۂ سفلی کی صورت میں کس طرح ہوسکتی ہے۔

۶ — کیپلر کے کلیہ کو تسلیم کرکے ثابت کرو کہ کسی دو سیاروں کی رفتاروں اور سورج سے اِن کے فاصلوں کے درمیان ربطِ ذیل ہوتا ہے۔ ر : رَ = ہاف : ہاف

جہاں ر اور رَ رفتاریں ہیں اور ف اور فَ فاصلے۔

۷ ـ بتاؤ کہ قمر کا کبی دور کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔ نیز بتاؤ کہ ٹھیک اقترانی دور کس طرح محسوب کیا جاتا ہے؟

۸ ـ چاندگرہن کے اسباب بیان کرو۔ یہ منظر ہر بدر پر کیوں وقوع پذیر نہیں ہوتا۔ چاندگرہن کی حدود کس طرح متعین کی جاتی ہے؟

۹ ـ نصف النہاری دائرہ کی تشریح کرو اور بتاؤ کہ اسے کسی ستارہ کا (ا) میل (ب) صعودِ مستقیم معلوم کرنے کے لیے کس طرح استعمال کرتے ہیں۔

۱۰ ـ ڈبلن (۶° ۱۵' مغرب) میں جب ۱۰ بجے قبل ظہر وقت ہوتا ہے تو بتاؤ وائنا (۱۶° ۲۰' مشرق) اور شکاگو (۸۷° ۴۰' مغرب) میں کیا وقت ہوگا۔

(۲)

۱۱ ـ بتاؤ کسی نصف النہار کے ایک درجہ کی پیمائش کس طرح کی جاتی ہے۔ ایک درجہ کے طول کو ½ ۶۹ میل مان کر زمین کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو۔

۱۲ ـ کرۂ ہوائی سے نور کے انعطاف کا جو اثر کسی ستارہ کے ظاہری مقام پر پڑتا ہے اس کی توضیح شکل کھینچ کر کرو۔ نیز بتاؤ کہ انعطاف کی مقدار تقریباً ستارہ کے راسی فاصلہ کے مماس کے متناسب ہوتی ہے۔

۱۳ ـ شفق کی وجہ بیان کرو۔

(ا) کیا شفق پیرس (عرضِ بلد ۴۸° ۵۰') میں کبھی رات بھر رہ سکتی ہے۔ اپنے جواب کی تائید میں کوئی دلیل پیش کرو۔

۱۴ ـ ایک ابدی الظہور ستارہ نصف النہار کو ارتفاع ۱۰° ۱۱' ۱۷" اور ۴۲° ۱۵' ۳۱" پر عبور کرتا ہے مقام کا عرض بلد اور ستارہ کا قطبی فاصلہ معلوم کرو۔

۱۵ ـ مشتری کی شرقی اور غربی تربیعوں کے درمیان ۱۷۵ دن کا وقفہ ہوتا ہے اور دو مقابلوں کے درمیان تقریباً ۴۰۰ دن کا۔ اس ستارہ کا سالانہ اختلافِ منظر معلوم کرو۔

۱۶ ـ بتاؤ کہ چاند کے کسی پہاڑ کی بلندی تاریکی اور روشنی کی حدِ فاصل سے کسی چمکدار دھبہ کا جو چاند کے کسی تاریک حصہ میں مشاہدہ کیا جائے فاصلہ معلوم کرنے سے کس طرح محسوب ہو سکتی ہے۔ نیز مندرجۂ ذیل تقریبی ضابطہ ثابت کرو:۔

بلندی میلوں میں = ۵۴۷ م۲ قم۲ ع

جہاں م نسبت ہے مشاہدہ کردہ فاصلہ کی چاند کے نصف قطر کے ساتھ اور ع چاند کا ابتعاد ہے۔

۱۷۔ کسی علوی سیارہ کی دوری مدت کو زمین کی دوری مدت اور دو متواتر مقابلوں کی مشاہدہ کردہ درمیانی مدت کے ذریعہ محسوب کرنے کا ضابطہ ثابت کرو۔

۱۸۔ ثابت کرو کہ کسی علوی سیارہ کا نصف سے زیادہ حصّہ ہمیشہ دکھائی دیتا ہے اور سیارہ بوقتِ تربیع زیادہ سے زیادہ مقبّب ہوتا ہے۔

۱۹۔ سُورج گرہن اور چاند گرہن کی عام طور پر توجیہ کرو۔

۲۰۔ "وقت کی مساوات" کی تعریف کرو۔ اور بتاؤ کہ یہ کن اسباب سے پیدا ہوتی ہے۔ اس کی بڑی سے بڑی قیمت کیا ہے۔ سال میں یہ کتنی مرتبہ معدوم ہوتی ہے اور کن تاریخوں پر۔

(۳)

۲۱۔ ۹ تنّین کے ظاہری راسی فاصلے نیچے کے اور اُوپر کے مروروں کے وقت بالترتیب ۷۵° ۳′ ۱۳٫۲″ اور ۱° ۵۳′ ۱۸٫۶″ جنوب تھے۔ اِن مُشاہدات میں انعطاف کی مقداریں بالترتیب ۳′ ۴۱٫۹″ اور ۱٫۹′ تھیں۔ ستارہ مذکور کا مَیل اور مقامِ مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو۔

۲۲۔ تفصیل کے ساتھ بیان کرو کہ کسی ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع ایک سکنڈ کی کسر تک صحیح کس طرح مشاہدہ کیا جاسکتا ہے۔

۲۳۔ ستاروں کے مقام پر ضلالتِ نور کا جو اثر ہوتا ہے اُس کی راست توجیہ کرو اور بتاؤ کہ کرۂ سماوی پر وہ کس نقطہ کی طرف ہٹے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔

۲۴۔ ضلالتِ نور کی قدر میں سکنڈوں کی تعداد محسوب کرو۔

۲۵۔ مظاہرِ ذیل کی نوعیت پر تفصیلی بحث کرو:-

(ا) اعتدالین کا استقبال (ب) کبو

اِن کی موجودگی کن مشاہدوں سے دریافت ہوتی ہے۔ اُن کے دَور اور اُن کی مقداریں بتاؤ۔

۲۶۔ زمین، چاند کے فاصلہ پر جو سایہ ڈالتی ہے اُس سایہ کی چوڑائی کے محاذی زمین پر جو زاویہ بنتا ہے اُس کے لیے سُورج کے نصف قطر اور سُورج اور چاند کے اُفقی اختلافِ منظر کی رقوم میں ایک جملہ دریافت کرو۔ یہ زاویہ بڑے سے بڑا اور چھوٹے سے چھوٹا کب ہوتا ہے۔

۲۷- "شہابی بوچھار کے نقطۂ اشعاع" سے کیا مراد ہے؟ شہابوں اور دُمدار تاروں کا باہمی تعلق کن دلائل پر مبنی ہے۔

۲۸- یہ فرض کرکے کہ سیاروں کے مدار دائرے ہیں اور سب دائروں کا مشترک مرکز سُورج ہے مشتری کے سالانہ اختلافِ منظر کے لیے ایک جملہ اُس کے اقترانی دَور اور دو متواتر تربیعوں کے درمیانی وقفہ کی رقوم میں معلوم کرو۔

۲۹- سمندر پر طول بلد معلوم کرنے کے قمری طریقہ کی تشریح کرو اور اس کے نقائص بیان کرو۔

۳۰- اِس فقرہ کی تشریح کرو "اگر چاند زمین کے گرد تقریباً تین یوم میں گردش کرتا تو طول بلد ایسی ہی آسانی سے معلوم ہو سکتا جیسے عرض بلد۔"

(۴)

۳۱- آلۂ مرور کی تشریح کرو۔ اور اِن خطاؤں کی نوعیت بیان کرو جن کی تصحیح ضروری ہوتی ہے۔

۳۲- زمین کے قرص کے محاذی چاند پر جو زاویہ ہے اُسے تم کس طرح معلوم کر سکتے ہو؟

۳۳- کسی ستارے کے اصلی مقام سہ سے بوجہ ضلالت اِس کے ظاہری مقام سہَ کی تعیین کے لیے ذیل کا قاعدہ ثابت کرو:-

فرض کرو کہ سُورج س ہے اور ز طریق الشمس پر ایک ایسا نقطہ ہے جو س سے ۹۰° پیچھے ہے، تب سہَ دائرہ کبیر سہ ز پر واقع ہوگا اور سہ سہَ = ۲۰٫۵″ جب سہ ز۔

۳۴- انعطاف کی قدر کے لیے بریڈلے[1] کا ضابطہ حاصل کرو۔ اور صحیح صحیح بیان کرو کہ اِس کو استعمال کرنے کے لیے کن کن مشاہدات کی ضرورت ہے۔

۳۵- اِن اصطلاحات سے کیا مُراد ہے "چاند کا دَورِ وضعی یا قمریہ (Lunation) اور "دَوری مدت"۔ نیز دَوری مدت معلوم کرو جب کہ قمریہ کی قیمت ۲۹٫۵۳۰۵۸۸۷ یوم ہے۔

۳۶- ذیل کے بیان کی تصدیق کرو۔ "۱۹ سال کے بعد سُورج اور چاند بلحاظ ثابت ستاروں کے پھر اُسی اضافی مقام پر آجاتے ہیں اور بدر پھر مہینہ کی اُنھی تاریخوں پر واقع ہوتے ہیں لیکن ایک گھنٹہ قبل۔"

۳۷- شکل کھینچ کر مندرجہ ذیل کے اضافی مقامات دکھاؤ۔ نبات النعش (Plough)

[1] Bradley

قطبی ستارہ، سماکِ رامح (Arcturus) ٗسنبلہ (Spica) ٗممسک العنان (Capella) -

۳۸ - ثابت کرو کہ جس وقت زہرہ کا مرور واقع ہونے کو ہوتا ہے تو زہرہ اور سورج $\frac{1}{4}$ فی منٹ کی رفتار سے ایک دوسرے کے قریب آتے ہیں -

۳۹ - ڈبلن کے عرض بلد کے لیے فوکو (Foucault) کے رقاص کا تجربہ بیان کرو اور اس کی توجیہ کرو -

۴۰ - مشاہدہ کی بنا پر زمین کا مدار پیمانہ کا لحاظ کرتے ہوئے کس طرح کھینچا جائیگا -

(۵)

۴۱ - آلۂ مرور کی تشریح کرو اور اس کے خطِ منظاری کی صحیح تعریف کرو -

۴۲ - بتاؤ کہ کوئی زاویہ ایک سکنڈ کی کسر تک صحت کے ساتھ کس طرح ناپا جاسکتا ہے -

۴۳ - چند ایسے واقعات بیان کرو جو صحت کے ساتھ مشاہدہ ہوئے ہیں اور جن کی توجیہ سوائے اس مفروضہ کے کہ زمین اپنے محور کے گرد گردش کرتی ہے اور کسی طرح نہیں کیجاسکتی

۴۴ - ضلالتِ نور کی براہِ راست توجیہ کرو اور ضلالت کا مستقل محسوب کرو -

۴۵ - یہ تسلیم کرکے کہ انعطاف کی مقدار راسی فاصلہ کے مماس کے متناسب ہوتی ہے بتاؤ کہ انعطاف کی قدر کس طرح معلوم کی جاتی ہے -

۴۶ - "بحری جنتری" میں سورج کا میل ہر تین تین گھنٹے کے وقفہ کے لحاظ سے مندرج ہوتا ہے - بتاؤ کہ اس سے سورج کا میل ہر کسی آن کے لیے کس طرح محسوب کیا جاسکتا ہے - بنائے علیہ سورج کے ایک مشاہدہ سے مقام کا عرض بلد معلوم کرو -

۴۷ - اعتدالینِ ربیع و خریف کی شام کو بوقت غروب خطِ استوا، طریقِ شمس اور افق کے محل، شکل کھینچ کر دکھاؤ - اور ہر صورت میں ڈبلن کے عرض بلد کے لیے افق اور طریقِ شمس کا درمیانی زاویہ محسوب کرو -

۴۸ - کبو اور اعتدالین کے استقبال سے کیا مراد ہے - ان کی موجودگی کا کس طرح پتا چلا تھا -

۴۹ - کسی معینہ نصف النہار پر اوسط وقت اور اس کے متناظر کوکبی وقت کے باہمی ربط کے متعلق ذیل کے بیان کی تصدیق کرو -

کوکبی وقت = اوسط وقت + اوسط سُورج کا صعودِ مستقیم۔

۵۰ - چاند کی دَوری مدت معلوم کرنے کے لیے کن کن مشاہدات کی ضرورت ہے؟ اِسے محسوب کرنے کے لیے جس ضابطہ کی ضرورت ہے اُسے لکھ ڈالو۔

(۶)

۵۱ - یہ فرض کر کے کہ زمین ایک کرّہ ہے بتاؤ کہ اِس کا قطر کس طرح ناپا جاسکتا ہے۔

۵۲ - شکل کھینچ کر سمجھاؤ کہ سُورج کے مَیل کی تبدیلی سے موسموں کا تواتر کس طرح پیدا ہوتا ہے۔

۵۳ - جن مقامات پر شفق تمام رات باقی رہتی ہے اُن کے عرض بلد کی حدود بتاؤ جب کہ سُورج کا مَیل + ۱۰° ۱۵' ہو۔

۵۴ - یہ فرض کر کے کہ چاند کا اُفقی اختلافِ منظر $\frac{1}{60}$ ہے اور ظاہری قُطر ۱۹۶۳" ہے اِس کا قطر میلوں میں معلوم کرو۔

۵۵ - عطارد کے اسفل اقترانوں کا درمیانی وقفہ ۱۱۵٫۸ دن ہے۔ اس کی دَوری مدت معلوم کرو۔

۵۶ - مختلف موسموں میں چاند کے طلوع و غروب کے متعلق مختصر مضمون لکھو۔

۵۷ - کسی مقام کا نصف النہار کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے۔ تفصیل سے بیان کرو۔

۵۸ - سمندر پر طول بلد معلوم کرنے کا قمری طریقہ مع اِس کے نقائص کے بیان کرو۔

۵۹ - سیّارہ زہرہ کی اقامت اور رجعی حرکت کی توجیہ کرو۔

۶۰ - سیّاروں کے فاصلوں کے متعلق بوڈ کا کلیہ کیا ہے۔

(۷)

۶۱ - یہ معلوم کرنے کے لیے کہ کسی معیّنہ تاریخ کو شب کے کسی خاص گھنٹے میں کسی خاص مقام پر کون کونسے ستارے دکھائی دینگے تم سماوی گولہ کس طرح استعمال کروگے۔

۶۲ - یہ فرض کر کے کہ باقی تمام قسم کی تصحیحیں ہوچکی ہیں۔ اس امر کا اطمینان کس طرح کیا جاسکتا ہے کہ وہ بڑا دائرہ جس پر آلۂ مرور کا خطِ منظاری حرکت کرتا ہے اُس مقام کے نصف النہار پر منطبق ہوتا ہے۔

۶۳ - کسی ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ سے جب$^{-1}$ $\frac{5}{13}$ معلوم کیا گیا ہے یہ فرض

کر کے ۵۴° کے ارتفاع پر انعطاف کی مقدار ۲ء ۵۸″ ہے ستارۂ مذکور کا صحیح مقام محسوب کرو۔

۶۴ – کسی معینہ تاریخ پر اوسط ظہر کو کوکبی وقت ۱۴ گھنٹے تھا بتاؤ کہ اوسط دوپہر کو ۵۰ دن کے بعد اسی مقام پر کوکبی وقت کیا ہوگا۔ شمسی سال کا طول $\frac{1}{4}$ ۳۶۵ دن مانا جائے۔

۶۵ – اُن مختلف اسباب کی تشریح کرو جن کی وجہ سے ہم چاند کی نصف سطح سے کچھ زیادہ دیکھ سکتے ہیں۔

۶۶ – طریق الشمس پر ایک ستارہ کا طول بلد ۵۰° ہے ضلالت کی وجہ سے ستارۂ مذکور کے مقام کی تبدیلی معلوم کرو جب کہ سُورج کا طول بلد ۱۳۵° ہو۔ ضلالت کا مستقل ۲۰ء۴۵″ مانا جائے۔

۶۷ – سُورج سے زہرہ اور زمین کے جو فاصلے ہیں اُن کی نسبت معلوم کرنے کا طریقہ بالتشریح بیان کرو۔

۶۸ – صحیح صحیح بیان کرو کہ سمندر پر عرض بلد کس طرح معلوم کیا جا سکتا ہے۔

۶۹ – مشتری کے توابع کے متعلق ہم ذیل کے مشاہدات کر سکتے ہیں۔ اُن کے سایوں کا مرور اُس کے قرص پر، اُن کے گرہن، اُن کے احتجاب اور خود اُن کے مرور۔ شکل کھینچ کر ان منظرات کی توضیح کرو۔

۷۰ – یہ فرض کر کے کہ سیّاروں کے مدار دائرے ہیں جو ایک ہی سطح مستوی میں یکساں رفتار سے مرتسم ہوتے ہیں کسی سیارہ کی دَوری مدّت کے لیے ضابطہ معلوم کرو جب کہ دو افترانوں کی درمیانی مدت معلوم ہو۔

(۸)

۷۱ – اگر تمھیں ایک سماوی گولا دیا جائے تو بتاؤ اس کو استعمال کر کے تم کس طرح معلوم کرو گے کہ ۲۳ جنوری ۱۸۹۳ء کو ڈبلن میں قلبِ اسد تقریباً کس وقت نصف النہار پر سے گزریگا۔

۷۲ – اصطلاحاتِ ذیل کی تعریف کرو:- صعودِ مستقیم۔ میل۔ سماوی طول بلد۔ السمت۔

۷۳ – سُورج کا چھوٹے سے چھوٹا ظاہری قطر ۳۱′ ۳۲″ اور بڑے سے بڑا

۳۲′ ۴۴، ۳۶۶″ ہوتا ہے۔ اِس سے زمین کے مدار کا خروج المرکز محسوب کرو۔

۷۴۔ زمین کے گرد چاند کی حرکتوں پر عام طور پر تفصیلاً بحث کرو۔

۷۵۔ ایک شکل کھینچ کر زہرہ کی ظاہری اضافی جسامت اور اُس کے قرص کے اُن حصّوں کو دکھاؤ جو منور معلوم ہوتے ہیں جب کہ زہرہ بالترتیب عین اقترانِ سفلی میں آنے سے کچھ پہلے ہو، جب کہ اِس کی روشنی اعظم ہو، جب کہ یہ منقلب ہو اور جب کہ یہ اقترانِ علوی پر ہو۔

۷۶۔ مشتری کا بیرونی تابع مشتری سے ۱۱ لاکھ ۷۰ ہزار میل کے فاصلہ پر ہے اور وہ مشتری کے گرد ۱۶ دن ½۱۶ گھنٹوں میں ایک کامل گردش کرتا ہے۔ اگر یہ معلوم ہو کہ سب سے اندرونی تابع مشتری سے ۲ لاکھ ۶۲ ہزار میل کے فاصلے پر ہے تو محسوب کرو کہ اسے مشتری کے گرد ایک گردش پوری کرنے کے لیے کتنی مدت چاہیے۔

۷۷۔ ثابت کرو کہ جب ہم مریخ کے قریب ترین ہوتے ہیں تو اِس کی ظاہری حرکت رجعی ہوتی ہے اور جب بعید ترین ہوتے ہیں تو حرکت راست ہوتی ہے۔

۷۸۔ نور کی ضلالت کی وجہ سے کوئی ستارہ اپنے اصلی مقام سے زیادہ سے زیادہ ۲۰،۴″ ہٹا ہُوا معلوم ہو سکتا ہے۔ اِس بنا پر نور کی رفتار محسوب کرو۔ یہ فرض کر کے کہ زمین ۱۹ میل فی سکنڈ کی رفتار سے حرکت کرتی ہے۔

۷۹۔ یہ تسلیم کر کے کہ کسی خاص روز گرینچ میں اوسط سورج کا صعودِ مستقیم ۱۲ بجے ۱۰ گھنٹے تھا ایک ایسے مقام پر جس کا طول بلد ۹۰° مغرب ہے اسی روز معمولی گھڑی میں کیا وقت ہو گا جب کہ اُس مقام پر ہیئتی گھڑی کا وقت ۱۴ گھنٹے ہو۔ تم فرض کر سکتے ہو کہ کوکبی دن اوسطاً ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ کا ہوتا ہے۔

۸۰۔ کن اُمور میں سیاروں کی حرکتیں انکے، بیلا اور ہیلی کے سے دُمدار تاروں کی حرکتوں کے مشابہ ہیں اور کن میں مختلف۔

(۹)

۸۱۔ تفصیل کے ساتھ بتاؤ کہ کن پیمائشوں اور حسابی عملوں سے زمین کے قطر کا طول معلوم کیا جاتا ہے۔

۸۲۔ کرۂ ہوائی کے اِنعطاف کا کلیہ بیان کرو اور اسے ثابت کرو۔

اُفقی انعطاف تقریباً ۳۵′ ہے۔ تم اسے کس طرح ثابت کروگے۔

۸۳ – سُورج کے گرد زمین کی سالانہ گردش کے متعلق اپنے دلائل بیان کرو۔

۸۴ – تمھیں شمسی دھبّوں کے متعلق جو معلوم ہے بیان کرو اور بتاؤ کہ اِن کے مشاہدات سے کیا نتائج اخذ کیے جاتے ہیں۔

۸۵ – اگر کوئی مشاہدہ کنندہ قطب شمالی تک پہنچ سکتا اور وہاں اعتدالِ ربیع سے اعتدالِ خریف تک ٹھہر سکتا تو بتاؤ کہ (۱) وہ سورج کی روشنی اور (۲) چاند کی روشنی کے متعلق کیا مظہرات دیکھیگا۔

۸۶ – چاند کی اقترانی مدت ۲۹٫۵۳ دن فرض کرکے، اس کی کوکبی مدت معلوم کرو۔ اقترانی مدت صحیح صحیح کس طرح معلوم کی جاتی ہے۔

۸۷ – اعتدالِ ربیع کے قریب نئے چاند کے طلوع میں ہر شب کو جو تاخیر ہوتی ہے وہ سال کے کسی دوسرے وقت کے نئے چاند کی تاخیر سے کم ہے۔ اِس مظہر کی توجیہ کرو۔

۸۸ – سورج گرہن کا سبب بیان کرو اور تفصیل سے بتاؤ کہ کن حالات میں یہ (۱) کامل، (۲) ناقص اور (۳) حلقہ نما ہوگا۔

۸۹ – سیّارۂ عطارد کی رفتار ۳۰ میل فی سکنڈ فرض کرکے زحل کی رفتار بوڈ کے کلیہ سے محسوب کرو۔

۹۰ – سمندر پر (۱) وقت پیما کے ذریعہ (۲) چاند کے مشاہدات سے، طول بلد معلوم کرنے کے طریقے صحیح صحیح تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔

(۱۰)

۹۱ – اُن مشاہدات کو بیان کرو جن کی مدد سے زمین کا فاصلہ سُورج سے معیاری گز کی رقوم میں معلوم کیا جاتا ہے (زمین کو کامل کرہ فرض کرسکتے ہیں)۔

۹۲ – اِن کے علاوہ اور کونسے مشاہدات چند ثابت ستاروں کے فاصلے محسوب کرنے کے لیے ضروری ہیں۔

۹۳ – ایک مقام کا عرض بلد ۵۸° ۵۹′ شمال ہے وسط سرما اور وسط گرما کے روز مقامِ مذکور پر سورج کے نصف النہاری ارتفاع معلوم کرو۔

۹۴ – اِس کی کیا وجہ ہے کہ بعض سیارے سُورج سے تمام زاویئی فاصلوں پر دکھائی

دیتے ہیں اور بعض صرف اُس صورت میں دکھائی دیتے ہیں جب کہ وہ سورج سے ایک خاص زاویئی فاصلہ کے اندر واقع ہوتے ہیں۔

۹۵- ہیئتی گھڑی کو کس طرح تنظیم دیا جاتا ہے۔

۹۶- اِس امر کی توجیہ کس طرح کروگے کہ شہابِ ثاقب کی بعض بڑی بوچھاریں دَوری ہوتی ہیں۔

۹۷- اِس امر سے کہ چاند ہمیشہ زمین کے سامنے اپنا وُہی رُخ رکھتا ہے اپنے محور کے گرد چاند کی حرکت کی مدت کس طرح محسوب کی جاتی ہے۔

۹۸- موسمِ گرما، موسمِ سرما سے لمبا کیوں ہوتا ہے۔ کیا جنوبی نصف کرہ کے لیے بھی یہ کہنا درست ہے۔

۹۹- کسی معینہ مقام پر سال کے موسموں کے ساتھ ساتھ شفق کی مدت کیسے بدلتی رہتی ہے۔

۱۰۰- اِسے کس طرح ثابت کرینگے کہ ستارہ کا ارتفاع انعطاف کی وجہ سے ایسے بدلتا ہے جیسے راسی فاصلہ کا مماس۔

(۱۱)

متفرق سوالات

۱۰۱- سیاروں کی دَوری مدتوں کے متعلق کپلر کا کلیہ بیان کرو اور اسے مستدیر مداروں کی صورت میں کلیۂ تجاذب سے اخذ کرو۔ ایک شہابیہ کی دَوری مدت محسوب کرو جو سورج کے گرد اس کی سطح کے قریب مستدیر مدار بنا رہا ہو۔ (بی۔اے۔ لندن)

۱۰۲- ۲۱ مارچ کو استوا پر کے کسی مقام پر سورج کے طلوع ہونے کے لیے کتنا عرصہ چاہیے؟ کیا یہ عرصہ دوسرے اوقات میں اور دوسرے مقامات پر کے نظائر عرصے سے بڑا ہوتا ہے یا چھوٹا؟ اگر مشاہدہ کنندہ سمندر میں جہاز پر بحساب ۱۰ میل فی گھنٹہ رفتار سے ٹھیک مشرق کی جانب سفر کر رہا ہو تو اِس عرصہ میں کیا فرق واقع ہوگا۔ (سورج کے قطر کو نصف درجہ تصور کر سکتے ہیں)۔ (بی۔ ایس سی۔ لندن)

۱۰۳- کسی جرمِ فلکی کا مَیل مشاہدہ سے کس طرح معلوم کیا جاتا ہے؟ چاند کے

مرکز کا میل ایک ہی آن میں دو مختلف عرض بلدوں پر کی رصد گاہوں میں مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ ثابت کرو کہ نتائج میں زاویہ کے اختلاف کی مقدار اسی رتبہ کی ہوگی جس رتبہ کی ایک درجہ کی مقدار ہوتی ہے۔ نیز چاند کا جو میل بحری جنتری میں مندرج ہوتا ہے اس کے صحیح معنی بیان کرو۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۴۔ صلیبِ جنوبی کے ستاروں کا مجمع صعودِ مستقیم ۱۲ پر ہے اور شمالی قطبی فاصلہ ۱۵۲° پر۔ وہ بڑے سے بڑا شمالی عرض بلد معلوم کرو جس پر یہ کبھی نہ کبھی دکھائی دیتا ہے اور یہ بھی بتاؤ کہ سال میں یہ کس وقت دکھائی دے سکتا ہے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۵۔ سطح زمین پر طول بلد کی صحیح صحیح تعریف کرو اور وہ اصول بیان کرو جن کے ذریعے اس کی تعیین کی جاتی ہے۔

استوا پر طول بلد کے ایک درجہ کے طول کو عرض بلد ۵ کے ایک درجہ کے طول کے ساتھ جو نسبت ہے اُسے معلوم کرو۔ جب کہ زمین کو ایک کرہ فرض کیا جائے۔ (بی۔ اے۔ لنڈن)

۱۰۶۔ موسموں کے اسباب کی تشریح کرو، اگر زمین کا محور طریقِ شمس پر تقریباً علی القوایم ہوتا تو اُن کی نوعیت کیا ہوتی۔ (بی۔ اے۔ لنڈن)

۱۰۷۔ کسی ستارہ کا اختلافِ منظر کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔ ایک ستارہ کا اختلافِ منظر ۰٫۵″ دریافت ہوا ہے۔ اس کا فاصلہ ایسے اعداد تک صحیح صحیح معلوم کرو جو عملاً قابلِ اعتماد ہوں۔ (بی۔ اے۔ لنڈن)

۱۰۸۔ یہ معلوم ہے کہ ایک قمریہ ۲۹٫۵۳۰۶ دن کا ہوتا ہے اور چاند کے عقدہ کی اقترانی گردش کا دور ۳۴۶٫۶۲ دن کا ہوتا ہے۔ مکمل تشریح کے ساتھ ثابت کرو کہ سورج اور چاند کے گرہن تقریباً ۱۸ سال ۱۰ دن کے وقفہ کے بعد اپنی سابقہ ترتیب میں عود کریں گے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۹۔ ضلالتِ نور کا اثر ہیئتی مشاہدات پر کیا ہوتا ہے اس کی تشریح کرو۔ کیا ستاروں کے مشاہدات میں ضلالتِ نور کی وجہ سے جو فضا میں نظامِ شمسی کی حرکت سے پیدا ہوئی ہو تصحیح کرنا ضروری ہوتا ہے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۱۰۔ مدارِ ارض کا خروج المرکز $\frac{1}{60}$ ہے۔ بتاؤ کہ ضلالتِ نور کی قدر کا کتنا فی صدی اس وجہ سے دورانِ سال میں بدلتا ہے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۱۱ - اس کی کیا وجہ ہے کہ چھوٹے سے چھوٹے دن کے بعد چند دنوں تک معمولی گھڑی کی رُو سے طلوعِ آفتاب کا وقت پیچھے ہوتا جاتا ہے۔ (بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۱۲ - کن مشاہدات سے اعتدالین کا استقبال معلوم کیا گیا ہے۔ اس کا اثر کسی ستارہ کے صعودِ مستقیم، مَیل، عرض بلد اور طول بلد پر کیا اثر پڑتا ہے۔ (بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۱۳ - تم سُورج کا مَیل جب کہ یہ اُفق کے شمال مشرقی نقطہ پر طلوع کر رہا ہو کس طرح معلوم کرو گے۔ (بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۱۴ - ہمیں زُہرہ اور زمین کی دَوری مدّت معلوم ہے بتاؤ کہ زہرہ کے بڑے سے بڑے مشرقی اور مغربی ابتعادوں کا درمیانی وقفہ مشاہدہ کرنے سے اِس کا فاصلہ (سورج سے) زمین کے مدار کے نصف قطر کی رقوم میں کس طرح معلوم کیا جا سکتا ہے۔ (بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۱۵ - ایک سیّارۂ سفلی کا بڑے سے بڑا ابتعاد معلوم ہے اِس سے سیّارۂ مذکور کی دَوری مدت محسوب کرو۔ کسی سیّارہ کی اقترانی مدت سے کیا مراد ہے۔ (بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۱۶ - ثابت کرو کہ چاند، زمین اور سورج کی کششوں کے زیرِ اثر حرکت کرتے ہوئے ہمیشہ سورج کی طرف عمل کرنے والی ایک ترکیبی قوت کے زیرِ عمل ہوتا ہے اور بنائے علیہ اس کا مدار ہمیشہ سورج کی طرف مقعر رہتا ہے [چاند کے مدار کا نصف قطر زمین کے مدار کے نصف قطر کا $\frac{1}{400}$ مانا جا سکتا ہے اور مہینہ اور سال کے طول فرض کر لیے جا سکتے ہیں]۔

(بی - ایس سی - لنڈن)

۱۱۷ - سترہویں صدی عیسوی میں ریشر (Richer) نے یہ معلوم کیا کہ اگر ایک رقاصی گھڑی جسے پیرس میں ٹھیک کر کے چلا گیا تھا جب کیئن (Cayenne) پہنچی تو یہ ہر روز ۲ منٹ ۲۸ سکنڈ پیچھے رہ جاتی تھی۔ اس سے یہ نتیجہ اخذ کرو کہ جاذبۂ ارض "کیئن" میں بہ نسبت پیرس کے تقریباً بقدر ۰.۱۱ فٹ سکنڈ اکائی کے کم ہے۔ (بی - ایس سی - لنڈن)

۱۱۸ - سیّاروں کی کمیتیں اُن کے توابع کی دَوری مدتوں کو مشاہدہ کرنے سے کس طرح معلوم ہو سکتی ہیں۔ (بی - ایس سی - لنڈن)

۱۱۹ - تفصیلاً بیان کرو کہ نصف النہار پر سے ایک ابدی الظہور ستارہ کے مرورل کو مشاہدہ کرنے سے (۱) ستارۂ مذکور کا مَیل اور (۲) رصدگاہ کا عرض بلد، کس طرح معلوم ہو سکتے ہیں۔

عرضِ بلد میں ایک سکنڈ کی خطا سطحِ زمین پر کتنے فٹ کی خطا کے متناظر ہوگی -
(بی - ایس سی - لنڈن)

۱۲۰ - رصدگاہ میں ہیئتی گھڑی کی خطا کی شرح ٹھیک ٹھیک کس طرح معلوم کی جاتی ہے - (بی - اے - لنڈن)

۱۲۱ - وقت کی مساوات سے کیا مراد ہے؟ اس کی مقدار دورانِ سال میں کس طرح بدلتی رہتی ہے -
یکم نومبر کو طلوعِ شمس اور غروبِ شمس کے اوقات بلحاظ اوسط وقت کے بالترتیب ۶ گھنٹے ۵۶ منٹ اور ۴ گھنٹے ۳۱ منٹ ہیں - اُس دن کے لیے وقت کی مساوات معلوم کرو -
(بی - ایس سی - لنڈن)

۱۲۲ - طول بلد کے ایک درجہ کا طول براہِ راست کس طرح ناپا جا سکتا ہے - یہ مختلف عرض بلدوں میں کس طرح مختلف ہوتا ہے -
ایک نقشہ میں یہ درج ہے کہ ٹروڈو میں وقت گرینچ کے وقت سے ۲۰ منٹ ۳۲ سکنڈ پیچھے ہے اور ناروچ میں ۵ منٹ ۸ سکنڈ آگے - اِن مقامات کے طول بلدوں کا فرق درجوں میں معلوم کرو -
(بی - ایس سی - لنڈن)

۱۲۳ - تفصیلاً بیان کرو کہ چاند کا فاصلہ کس طرح ناپا گیا ہے - (بی - ایس سی - لنڈن)

۱۲۴ - ستاروں کے ظاہری مقام پر ضلالتِ نور کا جو اثر ہوتا ہے اُسے تفصیل کے ساتھ بیان کرو - (بی - ایس سی - لنڈن)

۱۲۵ - ثابت کرو کہ شہابوں کا ایک جھنڈ جو متوازی خطوں میں حرکت کرتا ہوا زمین کے کرۂ ہوائی میں سے گزرتا ہے تو ایسا معلوم ہوتا ہے گویا ایک نقطہ سے اس کا اشعاع ہوتا ہے - نیز بتاؤ کہ اس نقطہ کی سمت اور زمین کی حرکت اور شہابوں کی رفتار کا لحاظ رکھتے ہوئے فضا میں اُن کی اصلی حرکت کی سمت کس طرح معلوم ہو سکتی ہے -
(بی - ایس سی - لنڈن)

۱۲۶ - اگر ایک ابدی الظہور ستارہ کے ظاہری نصف النہاری ارتفاع °۵۴ اور °۶۰ ہوں تو اس ستارہ کا مَیل اور مقامِ مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو - انعطاف کی قدر ۲ء۵″ ہے -

Truro ٹرورو

۱۲۷ - یہ معلوم کرنے کے لیے کہ زہرہ زیادہ سے زیادہ چمکدار کس وقت ہوتا ہے کن شرائط کو ملحوظ رکھنا پڑیگا۔ بتاؤ کہ تقریبی طور پر اُس کا مقام اور اُس کی شکل کیا ہوگی جب کہ وہ زیادہ سے زیادہ چمکدار ہو۔

۱۲۸ - ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۲۵ منٹ ۲۲ سکنڈ غرب ہے ہیئتی وقت یکم ستمبر ۱۸۹۳ء کو ۵ گھنٹے ۱۰ منٹ ۱۴ سکنڈ تھا۔ بتاؤ کہ اس کے متناظر اوسط وقت کیا ہوگا۔ جب کہ یہ معلوم ہو کہ گرینیچ میں اوسط ظہر کو اوسط سورج کا صعودِ مستقیم یکم ستمبر ۱۸۹۳ء کو ۱۰ گھنٹے ۴۴ منٹ ۲۹ سکنڈ ہے اور زمین اپنے محور کے گرد ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴ سکنڈ میں گھومتی ہے۔

۱۲۹ - اگر ایک ستارہ طریق شمس پر واقع ہو تو ثابت کرو کہ اس کا اختلافِ منظر صفر ہوگا جب کہ اِس کی ضلالت اعظم ہو اور برعکس اس کے جب اس کی ضلالت صفر ہو تو اختلافِ منظر اعظم ہوگا۔

۱۳۰ - شعریٰ کا صعودِ مستقیم ۶ گھنٹے ۳۸ منٹ ہے اور جنوبی مَیل ۱۶° ۳۰′ بتاؤ کونسے مہینہ میں شام کو ۶ بجے کے قریب یہ ٹھیک جنوب میں دکھائی دیگا۔ کیا یہ توقع کی جاسکتی ہے کہ یہ جزائر برطانیہ میں کسی جگہ جون میں کسی وقت دکھائی دیگا۔ عام طور پر بیان کرو کہ دنیا کے کونسے حصوں میں یہ جون میں دکھائی دیگا۔

۱۳۱ - بتاؤ کہ ایک ایسے ابدی الظہور ستارہ کے مشاہدات سے جس کا مَیل معلوم ہو انعطاف کی قدر کس طرح محسوب کی جاسکتی ہے۔

۱۳۲ - طلوعِ قمر میں اوسط تاخیر محسوب کرو اور شکل کھینچ کر دکھاؤ کہ ڈبلن کے عرض بلد پر یہ تاخیر بڑی سے بڑی اور چھوٹی سے چھوٹی کب ہوگی۔

۱۳۳ - اِس کی کیا وجہ ہے کہ زہرہ کبھی صبح کے ستارہ کے طور پر اور کبھی شام کے ستارہ کے طور پر دکھائی دیتا ہے اگر مشتری اور زہرہ شام کے ستارے ہوں اور ساکن ہوں تو بتاؤ کہ یہ کس طرف حرکت کرنا شروع کرینگے۔ (آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۴ - کیا دھوپ گھڑی کا وقت معمولی گھڑی کے وقت کے مطابق ہوتا ہے۔ اپنے جواب کی تشریح کرو اور بتاؤ کہ وقت کی مساوات کا وہ جزو جو مدارِ ارض کے خروج المرکز کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے مثبت کب ہوتا ہے۔ (آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۵ - ثابت کرو کہ انعطافِ نور سے کسی جرمِ فلکی کا ہٹاؤ راسی فاصلہ کی چھوٹی قیمتوں کے لیے راسی فاصلہ کے مماس کے تقریباً متناسب ہوتا ہے اور بتاؤ کہ سطحِ زمین پر ہوا کے انعطاف کی قدر ایک ابدی الظہور ستارہ کے دو نصف النہاری ارتفاعوں کو مشاہدہ کرنے سے معلوم ہوسکتی ہے جب کہ اِس ستارہ کا مَیل معلوم ہو۔

(آر - یو - آئی)

۱۳۶ - ایک رصدگاہ میں کسی ثابت ستارہ کا صعودِ مستقیم معلوم کرنے کے لیے کیا عمل کروگے جب کہ کوکبی گھڑی کی نمائندہ خطا اور باقی سب ستاروں کے صعودِ مستقیم معلوم ہوں۔

(بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۳۷ - وقت کی مساوات کی وجہ بیان کرو اور دَورانِ سال میں اس کی قیمت کو مرتسم کرو اور بتاؤ کہ کیا یہ ایک ہی دن متواتر سالوں میں مستقل رہتی ہے۔

(بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۳۸ - ایک معینہ ستارہ کا مَیل دیا گیا ہے۔ بتاؤ کہ کس طرح اس کے مشاہدات سے تم اپنا عرض بلد معلوم کروگے۔

(بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۳۹ - ضلالتِ نور کا مظہر بیان کرو۔ ثابت کرو کہ اس سے اور نور کی رفتار معلوم کرنے کے متعلق فوکو کے تجربہ سے، سورج سے زمین کا فاصلہ محسوب ہوسکتا ہے۔

(بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۴۰ - یہ فرض کرکے کہ سیارے سورج کے گرد دائروں میں حرکت کرتے ہیں کیپلر کے تیسرے کلیہ کو تجاذب کے متعلق مقلوب مربعوں کا کلیہ اخذ کرنے کے لیے استعمال کرو۔

(بی - اے + آر - یو - آئی)

۱۴۱ - چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جہاں شفق تمام رات دکھائی دیتی ہے۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ شفق منطقۂ حارہ کے مقامات پر اتنی دیر نہیں رہتی جتنی دیر دیگر ممالک میں رہتی ہے اس کی مدت چھوٹی سے چھوٹی کب ہوتی ہے۔ (آر - یو - آئی)

۱۴۲ - بتاؤ کہ ایک معلومہ ستارہ کو نصف النہاری مرور کے وقت مشاہدہ کرنے سے کسی مقام کا عرض بلد کس طرح معلوم ہوسکتا ہے۔ ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۵۰ درجے شمال ہے اُن ستاروں کے مقاموں کی حدود معلوم کرو جو ہمیشہ

اُفق کے اوپر رہتے ہیں۔
(آر۔یو۔آئی)

۱۴۳۔ ایک ہی شکل میں استوائے سماوی، اُفق، طریقِ شمس اور کسی ستارہ کا عرض بلد، طول بلد، میل، صعودِ مستقیم، ساعتی زاویہ اور السمت دکھاؤ۔

۱۴۴۔ ڈبلن میں قدرِ اول کے جو بڑے بڑے ستارے نظر آتے ہیں اُن کے نام لکھو اور بتاؤ کہ تم اُن کو کس طرح پہچانو گے۔

۱۴۵۔ فرض کرو کہ تم آلۂ مرور کی خطائیں معلوم کرنا چاہتے ہو، مناسب ترتیب سے بتاؤ کہ تم کس طرح عمل کرو گے۔ نیز بتاؤ کہ قطبی نقطہ اور راسی نقطہ سے کیا مراد ہے۔

۱۴۶۔ ایک ہی قسم کے مشاہدات سے کسی مقام پر انعطاف کی قدر اور مقامِ مذکور کا عرض بلد کس طرح معلوم ہو سکتے ہیں۔

۱۴۷۔ بتاؤ کہ مصنوعی اُفق کے ذریعہ تم سورج کا ارتفاع کس طرح معلوم کرو گے۔

۱۴۸۔ ۲۱ مارچ کو نقطۂ راس الحمل اُفق پر تقریباً کس وقت آئیگا۔ اصلی وقت کن حدود کے درمیان ہوگا۔

۱۴۹۔ دھوپ گھڑی کی تشریح کرو۔

۱۵۰۔ کبھی ایسا اتفاق ہوتا ہے کہ ایک مہینہ کے اندر تین گرہن لگتے ہیں اس کی کیا وجہ ہے۔

۱۵۱۔ اُن دلائل کو بالتفصیل بیان کرو جن کی بنا پر شہابی بوچھاروں اور دُمدار تاروں کا تعلق معلوم کیا گیا ہے۔

۱۵۲۔ سمندر پر مقامی وقت اور طول بلد کس طرح معلوم کیے جاتے ہیں۔

۱۵۳۔ وہ زاویہ کس طرح معلوم کیا جاتا ہے جو زمین کے محاذی چاند پر بنتا ہے۔

۱۵۴۔ فضا میں چاند کے مدار کے محل اور چاند کی حرکت کو بالتفصیل بیان کرو اور تشریح کرو کہ گرہن ایک مدت کے بعد سابقہ تاریخوں پر کس طرح عود کرتے ہیں۔

۱۵۵۔ کسی ستارہ کے ظاہری راسی فاصلے اوپر کے اور نیچے کے مروروں کے وقت بالترتیب ۷۵° ۳' ۱۳" اور ۱° ۵۳' ۱۹" جنوب تھے اور انعطاف کی مقداریں ۳' ۲۴" اور ۲" تھیں۔ مقامِ مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو۔ شکل کھینچ کر اس ستارہ کا محل اوپر کے اور نیچے کے مروروں کے وقت معلوم کرو اور اعدادِ بالا مندرج کرو۔

۱۵۶۔ شہابی بوچھاروں کا نظریہ بیان کرو۔

۱۵۷ـ بتاؤ کہ تم ذیل کے بیان کی تصدیق کس طرح کروگے ۔ "۱۹ سال کے بعد سورج اور چاند بلحاظ ثابت ستاروں کے پھر اسی مقام پر آجاتے ہیں اور بدر پھر (شمسی) مہینے کی انہی تاریخوں پر واقع ہوتے ہیں لیکن صرف ایک گھنٹہ پہلے۔"

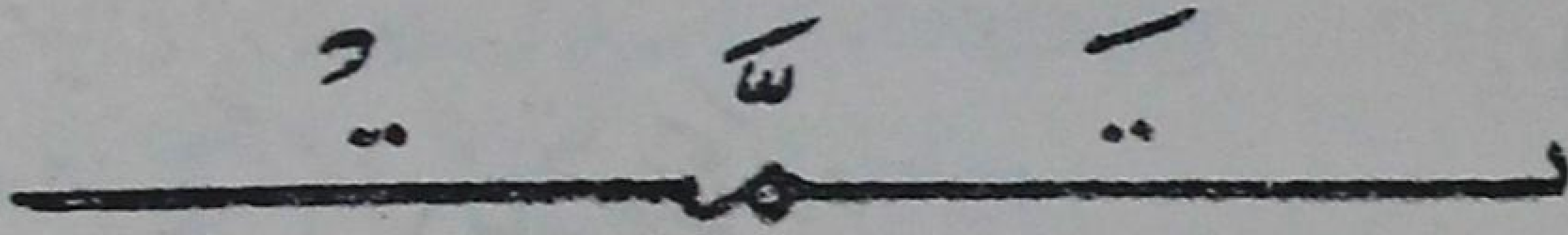
۱ سال = ۳۶۵٫۲۵ یوم

۱ قمریہ = ۲۹٫۵۳ یوم

۱۵۸ـ زمین کا نصف قطر میلوں میں کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔

۱۵۹ـ تم ایک رصدگاہ میں ہو اور تمہارے پاس بحری جنتری ہے۔ بتاؤ کہ تم اپنی گھڑی کی صحت کی جانچ کس طرح کروگے۔

۱۶۰ـ تم زمین کے کسی مقام پر نصف النہاری خط کس طرح کھینچوگے؟



فہرستِ اصطلاحات

علمِ ہیئت (طبع ثانی)

انگریزی	اردو
A	
Aberration	ضلالت
Achernar	آخر النہر
Aerolite	شہاب
Aldebaran	دَبران
Altair	نسرِ طائر۔ الطائر
Alt-azimuth or Altitude-azimuth instrument	ارتفاعِ سمتی آلہ۔ آلۂ ارتفاع و سمت
Andromeda	مراۃ المسلسلہ۔ اندرومیدا
Andromedes	اندرومیدیئے
Annular	حلقہ نما۔ چنبری
Antares	قلبِ عقرب
Aphelion	اَوج
Apsides	اَوجین
Aquarius	دلو
Aquila	عقاب
Arcturus	سماکِ رامح
Aries	حمل
Ascending	صعودی۔ صاعدہ
Asteroid	نجیمہ
Astronomical clock	فلکی گھڑی یا ہیئتی گھڑی
Astronomical telescope	فلکی دُوربین
Astronomy	علمِ ہیئت۔ فلکیات
Auriga	ممسک العنان
Azimuth	السمت
B	
Betelgeux (or Betelgeuse)	ابط الجوزا
Binary stars	ثنائی ستارے
Bôotes	عوّا
C	
Cancer	سرطان
Canis Major	کلبِ اکبر
Canis Minor	کلبِ اصغر
Canopus	سُہیل
Capella	عیوق

انگریزی	اُردو
Capricornus	جدی
Castor	مقدم التوامین
Celestial globe	سماوی گولا
Celestial pole	قطبِ سماوی
Celestial sphere	سماوی کرہ
Centaurus	قنطورس
Ceres	سیرس
Chromosphere	لون کرہ
Chronograph	وقت نگار
Chronometer	وقت پیما
Circular	مستدیر
Colatitude (celestial)	عرض التمام
Comet	دُمدار تارا - ذوذنب
Complementary	مُتمم
Constellation	صورتِ سماوی منڈل تاروں کا مجمع
Crux	صلیب
Cyclone	گرد باد
Cygnus	دجاجہ

D

انگریزی	اُردو
Deimos	دیموس
Descending	نزولی - نازلہ
Deviation	اِنحراف
Dichotomize	تنصیف
Direct motion	مستقیم حرکت - سیدھی حرکت
Discovery	اکتشاف
Disturbing forces	مُخل قوتیں
Diurnal path	یومی راستہ - مدارِ یومی
Division	فصل
Draconis	تنّین

E

انگریزی	اُردو
Earth	زمین - ارض
Earth-shine	زمین تاب
Earth's way	زمین گزر - ارض راہ
Ecliptic	طریق الشمس - طریقِ شمس
Elongation	ابتعاد
Equatorial telescope	استوائی دُوربین
Equinoctial colure	اعتدالی دائرہ
Equinoctial points	اعتدالی نقطے
Equinox	اعتدال
Equinoxes	اعتدالین
Eridanus	النہر
Ex-meridian observations	غیر نصف النہاری مشاہدات

F

انگریزی	اُردو
Field of view	میدانِ نظر

G

انگریزی	اُردو
Gemini	توامین - بُرج جوزا
Gibbous	مقبّب - محدّب
Gulf stream	خلیجی سیل

H

انگریزی	اردو
eavens	فلک۔ آسمان
Heliocentric	شمس المرکز۔ شمس مرکزی
I	
nferior conjunction	اقترانِ اسفل
nferior planets	سفلی سیّارے
n opposition	بالمقابل۔ مقابلہ میں
J	
uno	جونو۔ یونو
L	
Libra	میزان
Line of collimation	خطِ منظاری یا توازی
Lunation	قمر کا دورِ وضعی۔ قمریہ
Lyra	شلیاق
M	
Mars	مریخ
Mercury	عطارد
Meteor	شہابہ۔ شہاب
Meteorite	شہابی پتھر
Milky way	کہکشاں
Mira (O Ceti)	میرہ (قیطس سیمک کا ایک ستارہ)
N	
Nadir	نظیر۔ قدم۔ سمت القدم
Nautical almanac	بحری جنتری
Nebula	سدیم۔ سحاب
Nebulous matter	سحابی مادّہ۔ سدیمی مادّہ

انگریزی	اردو
Neptune	نیپتون
New moon (true)	اماوس۔ محاق
Node	عقدہ
Nucleus	مرکزہ
Nutation	کبو
O	
Observatory	رصدگاہ
Occultation	احتجاب
Optics	علم المناظر
Orion	جبّار
P	
Pallas	پلاس
Parallax	اختلافِ منظر
Paths	راستے۔ مدار
Perihelion	حضیض
Periodic time	مدّتِ دوران۔ وقتِ دوران
Perseids	پرشاؤسیے
Perseus	پرشاؤس
Phases (of the moon)	تشکلات، اشکالِ (قمری)
Phobos	فوبوس
Photosphere	ضیائی کرہ
Pisces	حوت
Pivot	چُول
Pleiades	ثریا۔ پروین

انگریزی	اُردو
Pointer-telescope	نمایندہ دُوربین
Pointers	نمایندے
Pollux	موخرالتوامین
Precession	استقبال
Prime vertical	اوّل السموت
Principal focus	صدر ماسکہ۔ اصلی ماسکہ۔ اولی ماسکہ
Procyon	شعریٰ الشامیہ۔ شعریٰ شامی
Q	
Quadrature	تربیع
R	
Regulus	قلبِ اسد
Retrograde motion	رجعی حرکت۔ اُلٹی حرکت
Revolution	مداری گردش
Rigel	رجل جوزا۔ رجل الیسریٰ۔ رجل یسریٰ۔ الرجل
Right ascension	صعودِ مستقیم
Rings of saturn	زحل کے حلقے
Rotation	محوری گردش
S	
Sagittarius	قوس
Saros	قرن
Satellite	تابع۔ قمر
Saturn	زحل
Scorpio	عقرب
Secondary circles (secondaries)	ثانوی دائرے

انگریزی	اُردو
Sensible horizon	اُفقِ حسّی۔ اُفقِ مرئی
Shooting star	شہابِ ثاقب
Sidereal day	یومِ کوکبی۔ یومِ نجمی
Siderite	شہابی لوہا
Sirius	شعریٰ۔ شعرائے یمانی
Solar corona	قرنِ شمس
Solar day	یومِ شمسی
Solar prominences	شمس کی لپٹیں
Solstice	انقلاب
Spica	سنبلہ۔ سماکِ اعزل
Star cluster	تاروں کا جُھرمٹ
Stationary points	نقاطِ اقامت۔ اقامتی نقطے
Sun-dial	دُھوپ گھڑی
Sun-spots	داغہائے شمسی۔ سورج یا آفتاب کے داغ
Superior conjunction	اقترانِ علی
Superior planets	علوی سیارے
Synodic period	اقترانی مدت۔ وضعی دَور یا مدت
Syzygy	بسدھاؤ
T	
Taurus	ثور
Transit	مرور۔ عبور
U	
Uranus	یورینس

اُردو	انگریزی
V	
نسرِ واقع	Vega
زہرہ۔ناہید	Venus
سمتی دائرے۔دوائرِ سمتی۔انتصابی	Verticals
وستا۔فستا	Vesta
سُنبلہ	Virgo
Z	
نقطۂ سمت الراس	Zenith
رأسی فاصلہ	Zenith distance

اغلاط نامہ

علمِ ہیئت (طبع ثانی)

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲	۲۴	کبیر	کبیر
۹	۱۶	تغنشہ کا	کا نقشہ
۱۵	۱۴	۵°	۰°
۳۰	شکل ۱۲	ر ۹۰	ل ــ ۹۰
۳۱	۱۲	مونڈیر	مُنڈیر
۴۲	۲	درمیاںی	درمیانی
۴۵	۱۴	نصف النہار پر	نصف النہار پر۔
۴۶	فٹ نوٹ	Flrnsteeds	Flamsteed
۴۸	۱۹	فرق کر	فرق کو
۴۹	۴	گھماما حاتا	گھمایا جاتا
،،	شکل ۲۱		قطبی محور
۵۰	شکل ۲۱	گ اور ۰، واضح نہیں ہے۔	
۵۷	۴	لے	کے

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۶۰	شکل ۲۵	مس	سس
۷۰	شکل ۲۷	(۲)	(۱)
۸۳	شکل ۳۳	اوپر کا ہ	ہَ
۸۶	۸	خا	خط
۸۸	شکل ۳۶	ص	س
۹۶	۲۳	سنتخ	مریخ
۱۰۴	فٹ نوٹ	Deimas	Deimos
۱۰۵	۴	زاوی	زاویے
۱۳۰	شکل ۴۶	۶۵۰	۱۸۰°
۱۳۷	شکل ۴۵	ص ط	عہ ط
۱۴۳	۳	[illegible]	[illegible]
۱۴۵	شکل ۵۷	ـ	سہ
۱۵۳	شکل ۶۱	ـہ	عہ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۶۳	۲	ووری	ڈوری
۱۶۶	۲	قسم	قسم
۱۶۹	شکل ۶۵ دائیں طرف	چ	چ
۱۸۷	شکل ۶۹	ز	واضح نہیں ہے
۳۰۰	شکل ۷۵	[illegible]	[illegible]
۳۰۲	۲۴	اوسط	اوسط

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲۰۹	۵	مذکوبہ	مذکو
۲۲۲	۲۵	جہاز کے نظام	جہاز کے
۲۳۸	۱۲	اسی	ا۳
"	فٹ نوٹ		hofer
		امتحان کے پرچے	
۴	۴	متین	متعین